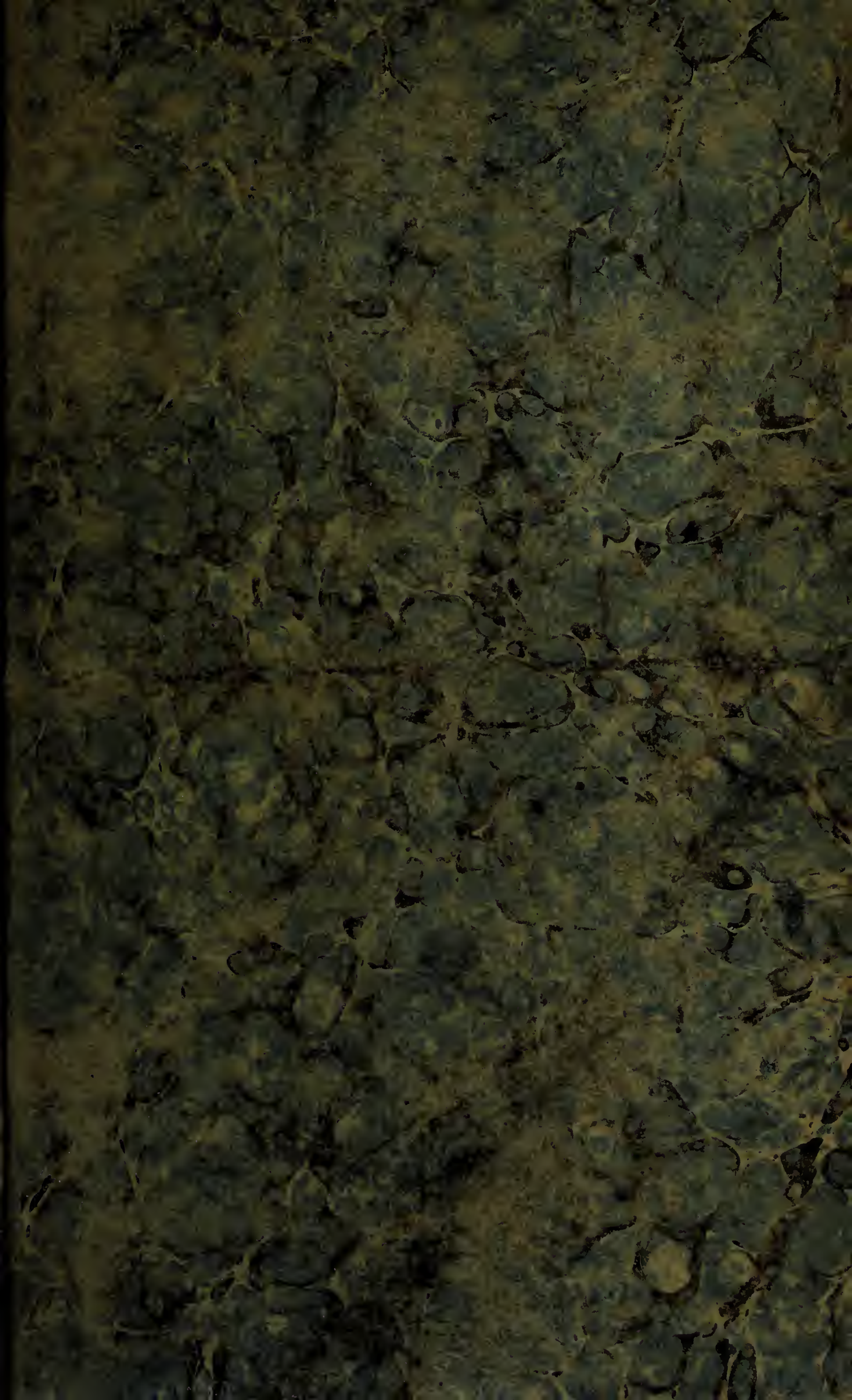


PHYSIOLOGIE VÉGÉTALE.

TOME QUATRIÈME.

Cet ouvrage se trouve à ***PARIS***,

Chez FUCHS, Libraire, rue des Mathurins.

—— HENRICHS, à l'ancienne Librairie de DUPONT, rue de la Loi Nº. 1231.

PHYSIOLOGIE VÉGÉTALE,

CONTENANT

Une description des organes des plantes, & une exposition des phénomènes produits par leur organisation.

PAR JEAN SENEBIER,

Membre associé de l'Institut National des sciences & des arts, de plusieurs Académies & Sociétés savantes, & Bibliothécaire à Genève.

TOME QUATRIÈME.



A GENÈVE,

Chez J. J. PASCHOUD, Libraire.

8.

PHYSIOLOGIE VÉGÉTALE.

SECONDE PARTIE.

SECTION TROISIÈME.

SECONDE PARTIE.

De l'accroissement des Plantes.

CHAPITRE I.

Introduction.

La graine germée a développé la plantule qu'elle contenait; cet embryon végétal est livré à lui-même au milieu des êtres qui peuvent contribuer à son accroissement: quels sont les changemens qu'il éprouve? Quels sont les moyens par lesquels ils s'opèrent? Quels sont les effets qui en résultent? Tels sont les sujets ténébreux qui se présentent à notre examen, tels sont ceux qui attendent depuis long-tems la lumière que je ne puis espérer de rendre aussi vive que je le souhaiterais.

CHAPITRE II.

De l'accroissement.

QUAND on compare l'état d'une plante adulte & vigoureuse avec celui de la plantule, on s'empresse de rechercher les causes de cette métamorphose, & l'on se trouve bientôt arrêté par les difficultés qu'on rencontre ; mais l'importance de cette étude & son obscurité, font faire des efforts pour essayer d'y répandre quelque lumière.

L'accroissement des végétaux est en général cet effet de la végétation, par lequel la longueur & le diamètre de leurs racines, de leurs tiges, de leurs rameaux, en un mot de toutes leurs parties, s'augmente, en sorte qu'elles deviennent plus grosses & plus longues pendant qu'elles peuvent croître.

La plante croît d'une manière sensible, dès le moment où le germe se développe dans la graine; mais son accroissement finit

quelque tems avant sa mort. Toutes les parties des plantes sont susceptibles de cette augmentation en tout sens, quand elles sont dans des circonstances propres à la favoriser. Les racines, les tiges, les branches, les rameaux, les boutons, leurs feuilles, leurs fruits, leurs graines, &c. s'étendent en longueur & prennent de l'épaisseur jusqu'à ce qu'ils aient acquis celles qu'ils doivent avoir. Pour être plus exact je distinguerai les phénomènes propres à ces deux genres d'accroissement.

Toutes les plantes & leurs parties s'allongent d'autant plus dans un tems donné, qu'elles sont plus jeunes & plus tendres. Comme elles sont dans la graine & dans le bouton sous la forme la plus molle, leurs progrès sont aussi les plus rapides; ils se graduent ensuite sur les degrés de dureté qu'elles prennent. L'accroissement des tiges & des branches est par certe raison, plus grand à leur extrêmité qui est herbacée, qu'à leur base qui est souvent plus ligneuse ou plus dure. Le degré de dureté qui est le terme de cet accroissement pour chaque plante, est relatif à l'espèce & à la santé de la plante. Les

herbes cessent de croître à un degré de dureté, qui ne s'opposerait pas à l'accroissement des plantes vivaces, & celles-ci ne croissent plus, quand elles se sont durcies à un point que les arbres dépassent en croissant toujours.

Les plantes prennent encore un diamètre plus grand, comme on s'en apperçoit en mesurant successivement leur circonférence; ou bien en observant sur la section d'une branche, la suite des couches ligneuses qui se sont successivement formées.

L'allongement des fibres fait l'accroissement des plantes en longueur, comme l'augmentation du nombre des couches fait leur accroissement en largeur.

Les tiges & les branches s'allongent dans toute leur longueur pendant la première année; mais cette portion ne s'allonge plus pendant l'année suivante, comme Duhamel l'a bien prouvé. Les racines ne s'allongent rigoureusement que par leur extrêmité.

Les bornes de l'accroissement sont, comme je l'ai dit, celles de l'endurcissement de la plante; aussi les plantes qui s'endurcissent lentement, conservent long-tems la faculté de s'étendre; on pourrait presque calculer la

durée de leur vie, d'apres celle de leur accroissement. Il y a des plantes, comme les mucors, qui se developpent entiérement dans l'espace de six à douze heures; mais il y a des champignons dont le développement total, demande plus d'une année. Bulliard en à vu croître pendant quatorze ans, comme le bolet amadouvier. Il y a des plantes qui vivent des siècles; cependant on remarque dans celles qui ne vivent que cinq ou six heures, cette variété d'organes, de formes & d'événemens qu'on observe dans les autres.

L'accroissement en grosseur se prolonge encore quelque tems, lorsque l'accroissement en longueur est fini; mais tous les deux ont des bornes déterminées dans chaque plante par l'organisation de l'espèce & l'état de l'individu. Les herbes qui n'ont que quelques fibres ligneuses à changer en bois, périssent après cette opération; tous leurs réseaux sont développés, & la nourriture qu'elles reçoivent étant inutile au développement de nouvelles parties, elle hâte leur fin en produisant l'engorgement de leurs vaisseaux.

Les plantes en cessant de croître, ne cessent pas toujours de végéter; les arbres ar-

rivés à ce terme, réparent encore les pertes que la végétation même occasionne; il se développe toujours des rameaux sur les vieilles branches, & de petites racines sur les grosses; de nouvelles feuilles cachent leurs plaies, de nouvelles fleurs parfument leur vieillesse, & de nouveaux fruits récompensent la main qui soigne leurs vieux ans.

Toutes les parties des plantes croissent quelquefois dans le même tems, quoiqu'elles croissent d'une manière différente; les mêmes parties peuvent aussi donner des productions qui ne ressemblent point à celles qui leur sont propres; ainsi les branches poussent des racines, & les racines poussent des branches, quand celles-ci sont mises en terre, & quand les racines restent dans l'air. Les boutons croissent en tous sens, les feuilles des plantes grasses ne s'allongent que par leurs bases; mais je renvoie à tout ce que j'ai dit, dans la première partie de cet ouvrage sur l'accroissement de chaque partie des végétaux.

Les plantes qui croissent semblent animées d'une force expansive propre à produire les plus grands effets. Les racines fendent les rochers, renversent les murailles: les bran-

ches produiraient des effets semblables, si elles ne se courbaient pas, comme on le peut juger par l'impression qu'elles reçoivent des corps qui s'opposent à leur développement, & par la situation forcée qu'elles prennent; mais j'aurai l'occasion d'examiner ce phénomène.

Chaque espèce de plantes a, comme je l'ai déjà dit, un accroissement déterminé par sa nature, pour sa durée & ses proportions, mais cela varie quelquefois suivant les circonstances. Le chêne pour l'ordinaire, croît autant dans trois ans, que l'ormeau dans cinq : cependant l'ormeau favorisé par le terrain, l'humidité, la chaleur &c., croîtra plus que le chêne, placé dans un sol aride & négligé.

La réunion des plaies végétales est une espèce d'accroissement qui répare les désordres produits dans le végétal blessé.

§. I. *Phénomènes particuliers de l'accroissement.*

Daubenton a établi dans l'excellent *Journal de la médecine éclairée par les sciences physiques*, que les plantes herbacées, entre lesquelles il compte le palmier, s'allongent par leur moelle

vers leurs parties supérieures, & que les arbres croissent par la juxta-position des couches concentriques du liber; c'est pour cela que les tiges des plantes herbacées ont le même diamètre dans toute leur longueur; tandis que les plantes ligneuses ont une figure plus ou moins conique. Voici quelques détails sur ce phénomène.

Chaque feuille du dattier, en sortant du bourgeon est formée par un prolongement des filets ligneux & de la substance cellulaire du tronc; on les voit dans le pétiole, & dans les restes de la feuille desséchée adhérente au tronc; son accroissement est produit par les feuilles qui en sortent chaque année. Comme les filets ligneux & la subtance cellulaire dont les nouvelles feuilles sont un prolongement partent toujours du centre, ils forcent ces feuilles à se jetter en dehors, & comme la partie qui prend de l'accroissement est toujours au centre, la partie croissante doit se porter à l'extérieur; de même que l'écorce des arbres est repoussée en dehors pour faire place aux nouvelles couches qui se forment entre l'écorce & l'arbre; mais tandis que l'écorce se détruit ou céde à l'effort des couches ligneuses

qui se forment, & que l'arbre peut croître beaucoup, le dattier ne grossit guères au-delà de 2, 7 décimètres ou 10 pouces. La substance du tronc est d'autant plus compacte, qu'elle est plus près de la circonférence ; alors quand elle est parvenue à un certain point de densité, elle ne peut plus céder à l'effort des parties intérieures du tronc, & se porter en dehors; aussi l'arbre ne grossit plus, & le tronc de palmier a la même grosseur dans toute sa longueur, parce qu'à mesure que l'arbre s'élève, les parties de la substance du tronc perdent successivement leur flexibilité dans le même tems, & elles cessent de se porter en dehors, dès qu'elles sont parvenues au même degré de densité dans tous les points de la hauteur de l'arbre; c'est ce qu'on trouvera plus détaillé dans les *Mémoires de l'Académie des sciences de Paris pour* 1770.

L'écorce des palmiers diffère de celle des autres arbres; elle est une expansion des fibres des pétioles dont les mailles de la base se portent à droite & à gauche, & forment autant de réseaux à mailles plus ou moins larges; ces réseaux se recouvrent comme les tuiles d'un toit, ils sont sans adhérence, chacun

est composé de trois plans de fibres : il y en a deux extérieurs qui suivent une direction transversale & parallèle ; l'intermédiaire, comme une chaîne d'étoffe, les coupe de bas en haut. Ces fibres sont unies par de petits filets ; cette enveloppe se détruit, sans se reproduire, parce que ce n'est pas une vraie écorce. Desfontaines, ce botaniste philosophe a découvert que les plantes mono-cotylédones avaient la même organisation que les palmiers, & en planant sur tout le règne végétal, il l'a vu distingué en deux classes bien caractérisées, dont les plantes mono-cotylédones font la première, & celles qui ont deux cotylédons ou deux feuilles séminales font la seconde.

L'accroissement des champignons ressemble à celui des arbres, suivant les observations de Bulliard ; la lenteur de leur accroissement y est subordonnée aux mouvemens de la séve. Le bolet amadouvier s'augmente chaque année d'un rang de tubes, & donne de nouvelles semences. Les champignons fugaces ne croissent pas de même ; la lymphe destinée à prolonger si rapidement leurs fibres occupe leurs intervalles. Cet observateur

a vu les liqueurs colorées se filtrer dans les champignons qu'on y plonge par la partie inférieure ou supérieure ; il n'y a que la substance médullaire qui ne soit pas peinte ; on la trouve au centre du pédicule, elle repousse peut-être ces liqueurs colorées par un mécanisme que nous ignorons.

La dureté du bois ou des parties végétales qui est le dernier effet de leur accroissement, varie comme les plantes ou plutôt comme leurs réseaux qui élaborent l'aliment entré dans leurs mailles, & comme l'influence du gaz oxygène sur leurs fécules : telles sont probablement les causes principales des différences qu'il y a dans la dureté du chêne séculaire & du vieux bolet. Cette dureté n'est point l'effet de l'ancienneté de la plante : le bois parfait est aussi dur au bout de trois ans qu'il peut l'être, sa densité ou le nombre de ses fibres paraît la cause de sa dureté ; Humboldt remarque que le nombre des fibres du peuplier d'Italie est à celui des fibres du sorbier comme 1 à 3 en supposant qu'ils contiennent la même quantité de résine. Le buis *sempervirens* paraît le plus dense de tous les bois ; sa gravité est à celle de l'eau comme 1, 328 : 1,000, pendant que celle du

pin sauvage est o, 550. Suivant l'observation du même physicien, le froid du pole ne durcit pas autant le bois que la chaleur de l'équateur. L'*hematoxylon campechianun*, *le césalpinia brasiliensis*, *l'ibera pitanga* de Margraf, le mahogony sont plus durs que le bouleau.

§. II. *Ebauche d'une théorie de l'accroissement des plantes.*

Quels sont les moyens de la nature pour produire l'accroissement des plantes ? comment passe la plante de l'état de germe à celui d'embryon? le problême serait résolu, si l'on pouvait répondre à cette question; mais l'observation éclaire peu ce sujet, elle ne fournit que des conjectures. Bonnet dans ses *considérations sur les corps organisés*, dans la *contemplation de la nature* & dans la *palingénesie philosophique*, me paraît pourtant avoir répandu quelque lumière sur ce phénomène.

Les expériences de Spallanzani établissent solidement, que les premiers rudimens des végétaux, sont une gelée organisée, & quelques plantes permettent de croire que la forme gélatineuse n'est point un obstacle à l'orga-

nisation. Le nostoch n'est qu'une gelée, le *lychen stercoreus* est presque impalpable. On réduit les végétaux à l'état de gelée dans la marmite de Papin ; on les ramène, comme je l'ai fait à l'état de réseau, en dissolvant les parties dissolubles dans l'eau & dans l'esprit de vin. On sait que cette gelée est composée de fibres, de vaisseaux & de sucs ; la matière gélatineuse elle-même, n'est pas plus simple sous une autre forme, comme il paraît par l'analyse chimique.

Afin donc de traiter ce sujet d'une manière propre à instruire, il faut examiner les moyens de la nature, pour fournir aux plantes la terre, le carbone, l'hydrogène, l'oxygène & l'azote qu'on y trouve. Dans ce but, je dois m'occuper d'abord 1°. de la *suction des plantes*, 2°. de l'*élaboration* des matières qu'elles peuvent recevoir, 3°. de leurs moyens pour *se débarrasser* du superflu des matières sucées, 4°. de *l'assimilation* des sucs élaborés à leur substance.

La forme gélatineuse de la plantule est produite par la mollesse de ses fibres ou des mailles qui les forment ; celles-ci sont très-larges, humectées peut-être par un fluide très-rare, qui est la cause de leur transparence ;

ce fluide s'épaissit, lorsque la graine se perfectionne par son union avec les matières nourricières que les cotylédons élaborent, comme on l'apperçoit dans les graines dont les plantules sont perceptibles. Quand la graine germe, ce fluide s'épaissit davantage; l'aliment substantiel que les cotylédons préparent & chassent dans les mailles des fibres comme dans celles du réseau, rendent les parties de la plantule plus remarquables en les rendant plus fermes & plus solides; les mailles des réseaux s'étendent en se remplissant; une nourriture plus forte & plus abondante, augmente la dilatation des réseaux & des fibres, leur solidité s'accroît avec leur extension, jusqu'à ce que toutes les mailles soient dilatées & endurcies autant qu'il est possible par l'accumulation des matières alimentaires qui les ont pénétrées; alors la transparence des germes disparaît, la gelée apparente prend une forme herbacée, qui se change successivement en aubier & en bois par les mêmes moyens; mais comme l'organisation des réseaux, de l'écorce & de l'aubier, n'est pas la même, on peut croire que la différence de l'élaboration de ces sucs dans ces organes,

est la cause de la différence de leurs produits, soit par la nature des matières qu'ils s'approprient, soit par celle des substances qui en résultent.

Ces phénomènes s'opèrent chaque année dans les parties des plantes qui se développent, si cette théorie a quelque fondement; mais elle me paraît probable, parce que j'ai donné les raisons qui m'empêchaient d'imaginer possible la création actuelle d'un systême d'organes, d'un organe, ou d'un corps organisé.

Lorsqu'on admet l'opinion que je viens d'esquisser, on comprend que les bornes de l'accroissement des plantes sont celles de l'extension de leurs fibres & de leurs réseaux; que la rapidité de cet accroissement dépend de la facilité que ces réseaux ont pour s'étendre, pour combiner les élémens, & recevoir dans leurs mailles les matières élaborées. On y découvre la cause de la dureté plus ou moins grande des végétaux, de la durée de leur vie, de la forme, de la direction, de la hauteur & de la grosseur de leurs tiges & de leurs branches, comme des différentes proportions de leurs parties.

Les réseaux étant donnés dans le germe avec ses affinités, ils ne reçoivent que les alimens qui leur conviennent, & ils les élaborent relativement à eux ; la souplesse de leurs mailles, & leurs grandeurs en limitent la quantité ; enfin, leur dilatabilité & leur nombre en déterminent l'accroissement, comme la disposition des germes, des boutons, & leurs formes fixent invariablement leurs places & leurs figures. L'accélération ou le retard de l'accroissement des plantes qu'on modifie à son gré, par l'augmentation ou la diminution des alimens qu'on leur fournit, de même que par la chaleur plus ou moins grande qu'on leur fait éprouver, sont des probabilités en faveur de cette théorie, puisque ces moyens qui concourent pour remplir les mailles, sont précisément ceux qui opèrent son accroissement, d'une quantité proportionnelle à leur énergie.

CHAPITRE III.

De la suction des plantes considérée comme un moyen de les nourrir.

Les plantes ne sauraient croître si elles ne trouvaient hors d'elles les sources de leur accroissement ; on y remarque beaucoup de parties aqueuses ; on peut même s'assurer qu'elles en évaporent encore davantage : il faut donc chercher comment l'eau y entre, on découvrira peut-être ainsi ce qu'elle doit y laisser.

§. I. *Phénomènes généraux de la suction des plantes.*

L'eau peut entrer de deux manières dans les végétaux, par la *suction*, & par *l'imbibition*. Je parlerai d'abord de la suction, qui me fournira l'occasion de m'occuper des *injections végétales*. Je traiterai ensuite de l'imbibition, & de la *transpiration* : ces sujets sont insé-

parables, parce qu'ils s'éclairent réciproquement & parce qu'ils sont de la plus grande importance dans une théorie végétale. Hales les a étudiés dans sa *Statique des végétaux*; Guettard, dans les *Mémoires de l'académie* des sciences de Paris, pour 1742, 1748 & 1749: Duhamel, dans sa *Physique des arbres*; Bonnet, dans ses *Recherches sur l'usage des feuilles dans les plantes*. J'ai fait aussi quelques observations sur ce sujet, dans mes *Expériences sur l'influence de la lumière solaire dans la végétation*; & je leur en ai ajouté d'autres depuis, que je raconterai quand elles me paraîtront décisives.

Pour faire mes expériences j'ai pris des bouteilles à cols longs & étroits, exactement calibrés; ensorte que je pouvais aisément savoir, par l'eau qui y manquait, celle qui avait été sucée par la plante qui y plongeait. Je ne pouvais attribuer la diminution de l'eau à l'évaporation, parce qu'elle était presque nulle dans des bouteilles semblables qui étaient sans plantes; aussi la petite évaporation qu'on observe dans celles-ci, diffère très-peu à l'obscurité & à la lumière, quand la chaleur est égale.

Toutes mes expériences, faites de cette

manière, font voir que les tiges ou rameaux verts, garnis de feuilles, tirent beaucoup d'eau quand ils plongent dans ces bouteilles; qu'ils en tirent beaucoup plus au soleil qu'à l'ombre; que les mêmes tiges ou rameaux qui n'avaient tiré qu'une petite quantité d'eau à l'obscurité, pendant 24 heures, en tiraient beaucoup quand ils étaient exposés le lendemain dans les mêmes bouteilles & avec la même eau, à la lumière. J'ai démontré que la chaleur obscure influe très-peu sur cette suction, quoiqu'elle soit plus grande que celle des rayons immédiats du soleil. Il y a même une différence remarquable entre l'action de la lumière & celle des rayons du soleil; la suction n'a été souvent dans le premier cas, que le quart de celle que j'ai observée dans le second. J'ai vu de même des haricots tirer dix parties d'eau à la lumière, & une seule à l'obscurité, pendant le même tems: Hales avait éprouvé que la suction pendant le jour, était à celle pendant la nuit comme 6:1; mais les tems & la chaleur n'étaient pas égaux. Les résultats de ces expériences varient suivant l'intensité ou la durée de la lumière; elles

dépendent de l'espèce des plantes comme de leur santé.

En faisant ces expériences dans des vases clos au soleil, la suction a toujours été d'autant plus grande que le volume d'air contenu sous le récipient était plus grand, lorsque les autres circonstances étaient égales; aussi elle était la plus grande possible à l'air libre, lorsqu'il était sec, quand le vent soufflait, & quand le soleil n'était gazé ni par des nuages, ni par des vapeurs. En répétant ces expériences sur des plantes qui avaient leurs racines, j'eus des résultats parfaitement semblables aux précédens.

Pour rendre ces expériences plus instructives, je pris deux plantes semblables tirant beaucoup d'eau; j'en coupai une en trois parties: les racines au collet, la tige sans ses feuilles, le sommet de la tige avec ses rameaux & leurs feuilles. J'exposai ces trois parties dans des bouteilles semblables, au soleil, & je vis clairement que les racines seules & la tige seule, tiraient très-peu d'eau; mais que les rameaux feuillés tiraient presque autant d'eau que la plante entière. Bonnet avait bien prouvé que les feuilles se nour-

rissaient par leurs pétioles, qui suçaient l'eau où ils plongeaient; de sorte que les feuilles peuvent être regardées comme le réservoir de la séve, & comme ses suçoirs: aussi la quantité d'eau sucée par une tige ou un rameau, est toujours proportionnelle au nombre de ses feuilles & à leur surface, quand les autres circonstances sont égales. J'observai néanmoins qu'une tige avec ses rameaux & ses feuilles, tirait plus d'eau lorsqu'elle était réunie avec ses racines que lorsqu'elle en était séparée, parce qu'elle avait alors plus de moyens pour l'aspirer.

§. II. *Phénomènes particuliers.*

J'ai fait voir dans mon ouvrage, que j'ai cité, que les pétales des fleurs tiraient peu d'eau, ou favorisaient peu la suction des rameaux qui les portaient; que les calices agissaient avec un peu plus d'énergie; que les réceptacles égalaient à cet égard la puissance des calices, & qu'ils la tenaient sans doute du parenchyme vert, ce grand laboratoire des sucs végétaux: c'est sans doute ce parenchyme qui rend la force suçante des feuilles si considérable.

Il m'a paru que la suction des plantes était plus forte au printems que dans les autres saisons ; qu'elle est un peu moins forte en été, & très-lente en automne. Une branche de marronnier, ayant 4 centimètres ou 1 pouce & demi de diamètre, avec son bouton épanoui, tira en prairial 6,687 grammes ou 126 grains d'eau ; en thermidor, 4,457 grammes ou 84 grains ; & à la fin de fructidor, 3,866 grammes ou 64 grains. Quand les feuilles sont sur le point de tomber, la suction est à peine sensible.

Les feuilles très-jeunes tirent moins d'eau que les adultes, elles ont moins de surfaces, elles combinent moins de matières dans un tems donné, & elles favorisent moins l'évaporation : mais la suction dans ce cas, n'est pas proportionelle aux surfaces.

Les herbes tirent plus d'eau que les arbres, quand la surface des feuilles est égale. Les herbes vivent aussi plus long-tems dans l'eau, quand la partie plongée ne se corrompt pas; leurs vaisseaux sont plus larges, leur développement plus grand. J'ai eu pourtant l'occasion de remarquer sur plusieurs espèces de plantes ligneuses, comme le pêcher, l'abri-

cotier, le poirier; le lilas & l'althéa, que les rameaux auxquels je laissai un morceau de vieux bois, tiraient plus d'eau que les rameaux verts; j'ai répété souvent cette expérience, & quoique j'aie eu quelques anomalies, cependant je suis forcé de reconnaître la solidité de cette conclusion.

Les ligatures que j'ai faites aux rameaux plongeant dans l'eau, n'ont pas ralenti leur suction. Une branche attenante à une autre plongeant dans l'eau comme une marcotte, tirait moins d'eau, qu'une branche coupée.

J'ai répété ces expériences sur des feuilles artificielles de toile verte & blanche dont le pétiole était formé par le prolongement de la toile; je trouvai leur suction plus forte au soleil, qu'à l'obscurité. Mais pourquoi ces feuilles artificielles tirent-elles de l'eau, tandis que les feuilles sèches n'en tirent point? C'est sans doute parce que la dessication dérange leur organisation, que leurs parties qui ne trempent pas sont trop resserrées, les mailles de leur réseau trop rapprochées; au lieu que dans les feuilles artificielles l'eau monte comme dans les cordes, leurs mailles assez larges logent & soutiennent l'eau élevée, &

elle continue de monter par la propriété hygroscopique des fils pour remplacer l'eau emportée par l'évaporation ; de sorte que comme l'eau ne peut arriver dans les feuilles sèches, elle ne peut s'évaporer & donner lieu à son remplacement ou à sa suction.

Un rameau de framboisier avec ses feuilles plongeant dans l'eau par le gros bout, a tiré plus d'eau qu'un rameau pareil, plongeant dans l'eau avec ses feuilles par le petit bout. Ils tirèrent une quantité d'eau à-peu-près égale, pendant la nuit; si le rameau plongeant dans l'eau par le petit bout avec ses feuilles, a tiré pendant le jour moins d'eau que le rameau qui y plongeait par le gros bout; c'est parce que l'eau exerce une action délétère sur les feuilles, parce que la lumière blesse leur surface inférieure, & parce qu'il ne peut point y avoir d'évaporation, mais seulement une décomposition de l'acide carbonique.

Il m'a paru que la suction était un peu moindre dans les récipiens pleins de gaz hydrogène ou azote, que dans les récipiens pleins d'air commun.

Un rameau de vigne dont j'oignis d'huile

avec soin les feuilles, tira la moitié moins d'eau que dans son état naturel; mais je remarquai que l'huile s'écoulait sur les feuilles.

Enfin je fis tremper dans l'eau, des plantes étiolées & des plantes sèches; les premières tirèrent très-peu d'eau à la lumière, relativement à celle qui est tirée par les plantes vertes dans les mêmes circonstances; les plantes sèches ne tirèrent que quelques gouttes d'eau à la lumière comme à l'obscurité, quoique quelques-unes de ces branches eussent conservé leur couleur verte; mais elles la tirèrent probablement comme une éponge fort sèche qui se pénètre d'eau.

§. III. *Recherches des parties suçantes dans les végétaux.*

Toutes les parties des tiges & des branches tirent-elles également l'eau, ou y en a-t-il qui jouissent exclusivement de cette propriété?

J'ai d'abord vu que l'eau ne pénètre la tige que par le plan de la section, car si on la couvre de cire d'Espagne, avec toutes les sections des rameaux ou des feuilles retranchées qui pourraient plonger dans l'eau, la tige

n'en tire point, ou quelquefois une quantité infiniment petite; je soupçonne même que cette petite quantité est passée par les ouvertures qui n'ont pas été scrupuleusement fermées avec la cire. Ainsi, par exemple, un rameau de framboisier tira 7,212 grammes ou 150 grains d'eau au soleil, tandis qu'un rameau semblable dont la section avait été mastiquée, n'en tira dans les mêmes circonstances, que 0, 425 grammes ou 8 grains; mais un rameau pareil enfermé dans un tube de verre ouvert & mastiqué avec le rameau, de manière que son extrêmité seule, ou sa section débordât l'ouverture du tube & touchât l'eau par elle, tira autant d'eau dans cet état, que si elle avait touché l'eau dans toute sa surface jusques aux feuilles; enfin un rameau écorcé dans toute sa surface, qui touchait l'eau jusques aux feuilles, tira la même quantité d'eau que les précédens; ce qui fournit une nouvelle preuve du passage de la séve dans la partie ligneuse.

Les expériences faites par le moyen des injections colorées, confirment celles-ci; puisqu'elles montrent que les liqueurs colorées ne paraissent jamais dans l'écorce, tandis-

qu'elles peignent toujours le bois de leurs couleurs, & suivent ses fibres dans leur route.

On voit donc que l'épiderme des tiges est imperméable à l'eau, & que la force suçante est uniquement dans les fibres ligneuses; c'est aussi pour cela que dans ces expériences, il faut mastiquer le lieu où est l'insertion des feuilles, ou des rameaux retranchés, pour faire entrer le rameau dans la bouteille; l'eau passerait dans ces ouvertures par l'extrêmité des fibres ligneuses rompues qui y sont à découvert; aussi en recouvrant ces insertions avec la cire d'Espagne, la branche ne tire pas plus d'eau par son extérieur, que si les feuilles enlevées étaient restées à leurs places.

On découvre ici que l'épiderme des feuilles n'est pas le même que celui des rameaux, puisque les feuilles placées sous l'eau en sont pénétrées, quoique l'extrêmité de leurs pétioles soit couverte de cire, ou placée hors de l'eau; je suis pourtant assuré que l'eau remplace dans les feuilles l'air qui en sort.

Je crois pourtant que les rameaux & les tiges des plantes herbacées tirent un peu d'eau par l'épiderme qui les recouvre; je croirais même, comme Linné, que les plantes aqua-

tiques tirent l'eau par toutes leurs surfaces ; mais il ne serait pas étonnant que l'épiderme des plantes qui vivent dans un milieu si différent de l'air, ne ressemblât pas à l'épiderme des plantes terrestres.

§. IV. *Effets de la suction sur les plantes.*

Le poids des plantes qui végétent n'augmente pas proportionnellement à la quantité d'eau sucée pendant une journée, parce que la plus grande partie de cette eau traverse seulement la plante, & que le dépot qu'elle y laisse est toujours bien petit ; mais les tiges sans feuilles qui plongent dans l'eau, augmentent sensiblement leur poids, parce qu'elles se chargent de toute l'eau qu'elles peuvent prendre, & que l'évaporation ne leur en fait perdre qu'une très-petite partie.

J'ai cherché les rapports entre l'eau tirée par les plantes & l'air rendu sous l'eau au soleil ; il n'est guères possible de les trouver rigoureusement. Voici ce que j'ai imaginé pour en avoir une idée. Je soudai avec du lut des rameaux de pêcher dans des bouteilles à cols très-étroits, de manière que les uns plongeas-

sent dans l'eau qui les remplissait, & que les autres y fussent dans des bouteilles semblables pleines d'air; je fis passer ces bouteilles avec leurs rameaux sous des récipiens égaux pleins d'eau chargée d'acide carbonique ; ces récipiens fermés par l'eau, furent exposés au soleil. Dans le récipient plein d'eau chargée d'acide carbonique, où le rameau plongeait dans une bouteille pleine de cette eau, j'obtins une quantité d'air égale à un volume d'eau du poids de 255,559 grammes ou 4815 grains, tandis qu'un rameau semblable dans les mêmes circonstances que le précédent, avec la seule différence qu'il plongeait dans la bouteille pleine d'air, donna une quantité d'air égale à un volume d'eau du poids de 134,016 grammes ou 2525 grains. Je répétai la même expérience dans l'eau commune ; dans le premier cas, le volume d'air fourni fut égal à un volume d'eau du poids de 2,388 grammes ou 45 grains, & dans le second à un volume d'eau du poids de 0,53grammes ou 10 grains.

La quantité d'eau tirée dans ces deux cas, était bien différente, les rameaux plongés dans l'eau chargée d'acide carbonique, avaient tiré 2,458 grammes ou 46 grains $\frac{1}{2}$ d'eau, &

ceux qui étaient dans l'eau commune avaient tiré o, 637 grammes ou 12 grains, ce qui prouve que les feuilles en avaient tiré bien davantage ; mais on voit aussi qu'il était passé beaucoup d'acide carbonique dans la plante ; on observe des différences analogues, en plaçant les bouteilles vides & pleines d'eau plus ou moins chargée d'acide carbonique dans l'eau bouillie & distillée avec cette différence, que les rameaux placés dans l'eau commune, ne fournissent que quelques bulles d'air.

La quantité de l'air produit fut très pure dans les deux cas, une mesure de ces airs mêlée avec trois mesures de gaz nitreux, fut réduite à o, 95, dans le premier cas, & à o,94 dans le second.

Je répétai ces expériences sur la menthe avec des résultats semblables, mais il est presque impossible de les faire d'une manière uniforme, parce que l'état de l'eau, celui des plantes & l'action du soleil, qui varient souvent, causent de grandes variétés dans les produits.

§. V. *Conséquences de ces expériences.*

Les rameaux sucent l'eau par la section de leurs tiges, quoique les feuilles soient sous l'eau, sur-tout lorsqu'elle est chargée d'acide carbonique; ils la sucent de même par leurs feuilles, & cette eau passe de la tige dans les feuilles submergées, quoiqu'il n'y ait point d'évaporation; mais la quantité d'eau tirée est proportionnelle, jusques à un certain point, à celle de l'acide carbonique qu'elle contient. La lumière agit manifestement dans cette opération; elle décompose l'acide carbonique dans les feuilles, & leur fait produire le gaz oxygène; ces expériences doivent être poussées plus loin.

Cette suction des plantes par leurs feuilles & leurs tiges, est un de leurs moyens pour se nourrir; dans les deux cas, il y a du gaz oxygène produit, par conséquent de l'acide carbonique décomposé, & du carbone déposé dans le végétal,

L'eau tirée par la section des tiges y porte aussi avec l'acide carbonique, la matière terreuse qu'elle a dissoute. Woodward en fait

connaître la quantité par des expériences ingénieuses qui m'ont paru solides en les répétant; il les fit en 1691, on les trouve dans les Transactions philosophiques n°. 253, j'en donne ici les résultats plutôt que les miens qui ont été parfaitement analogues.

Woodward pesa scrupuleusement les plantes de menthe qu'il mit tremper dans des phioles pleines d'eau & fermées avec soin; après avoir pris scrupuleusement le poids de l'eau qu'elles contenaient, au bout de 77 jours il pesa les plantes de nouveau, & l'eau où elles avaient végété, ce qui donna les rapports de l'augmentation du poids des plantes avec l'eau sucée, & par conséquent ceux du carbone & de la terre combinés avec elle; cependant il ne tient aucun compte des feuilles qui auraient pu sécher & tomber, ni de la perte occasionnée par l'altération des tiges plongeant dans l'eau.

Menthe, dans l'eau de fontaine.	Le rapport de l'accroissement à l'eau tirée fut comme	1 : 170 $\frac{8}{35}$
	de pluie.	1 : 171 $\frac{23}{35}$
	de la Tamise	1 : 95 $\frac{25}{26}$
Solanum.	de fontaine.	1 : 65 $\frac{3}{37}$
Lathyrus sylvestris..	de fontaine	1 : 714 $\frac{4}{7}$

Répétition de l'expérience sur la menthe pendant 56 jours.

Menthe dans l'eau de Hyde-park.	Le rapport de l'accroissement à l'eau tirée fut comme	1 : 110 $\frac{110}{125}$
	la même	1 : 94 $\frac{74}{129}$
	la même mêlée avec 30,572 grammes. terre de jardin.	1 : 63 $\frac{147}{188}$
	la même mêlée avec 45,858 grammes de terre meuble	1 : 52 $\frac{182}{284}$
	eau distillée	1 : 214 $\frac{29}{41}$
	eau restée dans l'alambic.	1 : 46 $\frac{30}{94}$

Dans le détail de ces expériences, on apprend que, lorsque les plantes de la même espèce sont mises dans l'eau, elles en tirent d'autant plus qu'elles ont plus de volume, ou un plus grand nombre de feuilles, que l'eau est plus pure ou moins chargée de parties nourricières; ce qui correspond parfaitement avec toutes les expériences que j'ai faites avec les eaux colorées, ou chargées de diverses parties qui lui étaient étrangères. On y découvre encore que la plus grande partie de l'eau sucée traverse la plante, & en sort par l'évaporation; il est constaté que la terre dissoute dans l'eau, monte dans la plante avec l'eau tirée, puisque j'en ai trouvé dans les pleurs de la vigne, & même dans l'eau évaporée par les plantes. On en serait surpris, si l'on ne savait pas que l'eau qui a dissous la terre calcaire en est très-difficilement séparée, qu'on y en trouve, après l'avoir filtrée au travers de douze morceaux d'un drap épais & serré, que Margraf en a découvert dans l'eau de pluie, & dans l'eau distillée plusieurs fois, & que j'en ai remarqué quelques atomes dans l'eau évaporée des plantes. Enfin ces expériences montrent clairement que l'accroissement des

plantes est d'autant plus considérable, que les matières alimentaires qu'elles ont sucées ont été plus abondantes ; mais comme ces plantes qui croissent au bord de la mer fournissent par l'analyse du muriate de soude, on peut croire qu'elles ne sucent pas l'eau pure ; on se persuade ici que l'eau seule n'a pas fourni aux plantes l'aliment qui les a fait croître ; puisqu'elles ont pris un accroissement remarquable dans l'eau distillée, puisqu'elles étaient vertes, puisqu'elles ont combiné du carbone : de sorte qu'il faut croire qu'elles ont alors sucé l'acide carbonique par leurs feuilles avec l'eau de l'atmosphère, & qu'elles l'ont décomposé à la lumiere.

J'ai refait ces expériences comme je l'ai dit, plus d'une fois, au soleil & à la lumière, en plein air, & aucune eau ne pouvait y pénétrer les phioles ; on y pourra saisir des résultats qui méritent quelque attention.

	Menthe trempant dans l'eau à l'air libre & à la lumière.		Menthe trempant dans l'eau à l'air libre & au soleil.	
29 Prairial, elle pesait	3,184 gr^{mes} ou	60 grains.	Elle pesait 2,640 gr^{mes} ou	49 grains $\frac{3}{4}$
18 Messidor, eau tirée	113,211	ou 2132	Eau tirée : 165,861 g^{mes}	ou 3125 grains.
2 Thermidor	157,156	2961	302,856	5606
24	277,021	4279 elle fleurit	347,989	6613 elle fleurit
9 Fructidor	113,529	2138	148,399	2796
8 Vendémiaire	16,135	304	8,492	160
	677,052	11814	973,597	18300

Poids de la plante le 9 Vendémiaire.

	grmes.	grs.		grmes.	grains
Les feuilles, les fleurs, la tige pesèrent	3,542 ou	66 $\frac{3}{4}$	Les feuilles, les fleurs, la tige pes^{t}.	2,972 ou	56 $\frac{1}{2}$
Les racines produites pesèrent	4,299	81	Les racines produites pesèrent	7,297	237 $\frac{1}{2}$
	7,841	147 $\frac{3}{4}$		10,269	193 $\frac{1}{2}$

Desséchées le 6 Brumaire pèst 2,202 g^{mes} ou 41 g^{rs}. $\frac{1}{2}$ Desséchées pesèrent 2,67 g^{mes} ou 49 g^{rs} $\frac{1}{2}$

On découvre ici en particulier que la quantité d'eau tirée au soleil, a été beaucoup plus grande qu'à la lumière, quoique dans le premier cas, la plante fût moins pesante; qu'il y a eu aussi plus de matière combinée ou d'acide carbonique décomposé; que les racines y ont été plus considérables, rélativement à la tige & aux feuilles; que dans les deux cas, il y a eu plus d'eau tirée avant la fleuraison qu'après; enfin que la suction la plus petite a été en automne, quoique le nombre des feuilles fût alors le plus grand.

CHAPITRE IV.

Des injections.

Le système vasculaire des êtres organisés est très-difficile à pénétrer ; la combinaison de ses tubes, leurs formes, leurs ramifications, leur circuit, leurs usages, tout échappe à l'observateur, quand il quitte les vaisseaux du plus grand diamètre. Ruisch en rendit plusieurs perceptibles dans les animaux par les injections colorées. La faculté des plantes pour tirer les sucs, fit espérer les mêmes succès, par les mêmes moyens; mais on ne tarda pas à découvrir les bornes de cette méthode. Magnol, Labaisse, Duhamel, Bonnet, Hill, Reichel, Hedwig ont réuni leurs génies pour étudier les plantes avec ce secours ; mais ils laissent encore bien des tentatives à faire.

Duhamel apprend dans sa *Physique des arbres*, qu'il plongea dans l'encre des branches d'arbre, & qu'après avoir coupé, au bout de

quelque tems, la partie plongée, il ne vit aucun filet noir dans l'écorce au-dessus de la section, quoique cette liqueur eut pénétré dans le bois, où elle s'éleva jusques à la hauteur de 3, 2 centimètres, ou un pied; il observa qu'elle s'était sur-tout rassemblée vers les nœuds, où les vaisseaux se pressent & se réunissent. Il découvrit quelques traces d'encre dans la moelle voisine du bois; mais l'encre n'avait pas pénétré les boutons prêts à se développer; on remarquait une plus grande quantité d'encre vers le côté qui donnait passage aux branches, parce que les fibres y sont plus pressées. Duhamel tenta vainement d'augmenter la pression sur l'encre, cela ne produisit pas des effets plus grands.

Labaisse se servit du suc de *Phytolaca*, comme Magnol en 1709; les petites racines furent plus colorées que les plus grosses; mais elles se colorèrent toutes vers le centre. L'écorce des branches ne fut colorée que dans la partie privée de son épiderme, lorsqu'elle était en contact immédiat avec le fluide colorant. Il vit, comme Duhamel, cette liqueur passer seulement dans le corps ligneux, & s'élancer jusques à la sommité des grandes bran-

ches du tilleul. Dans les plantes herbacées la liqueur colorée rampait dans les fibres ligneuses, entre l'écorce & la moelle, sans les pénétrer, comme il l'apperçut dans les tiges de la tubéreuse & d'un muflier ; il les suivit, même dans leurs ramifications. Il distingua encore la liqueur colorante dans les feuilles du figuier & de la vigne, & même dans les pétales de la tubéreuse. Ces expériences réussirent mieux au printems, parce que la force suçante est alors plus grande. Il vit arriver la liqueur colorée aux plaies faites par le retranchement des boutons. Cette liqueur traverse le bois privé de son écorce. Enfin ces injections qui lui offraient les mêmes phénomènes dans les plantes de la même espèce, en présentaient d'autres, dans les plantes d'espèces différentes, ce qui prouve que l'organisation n'est pas la même.

Bonnet a emploié l'encre & la teinture de la garance. Il fit germer des graines sur des éponges pénétrées d'encre ; la coupe de la radicule de ces graines en fut noircie ; il remarqua de même des traits noirs dans le bois des branches plongeant dans l'encre par le gros & le petit bout. Il vit que l'encre ne s'é-

tait élevée que dans les filets ligneux des plantes étiolées, mais il n'apperçut rien dans les feuilles ; il observa seulement des traits noirs dans l'extrêmité des pétioles, comme dans les bourrelets. Il en compta huit, qui étaient sans doute les huit faisceaux de fibres, unissant la feuille au rameau. Il s'assura de même que l'encre ne monte point dans le bois mort. Bonnet enleva l'écorce des branches placées dans l'encre ou la garance, & leurs fibres ligneuses furent toujours colorées. Il remarqua que leur coloration subsistait, lorsque la branche colorée était mise dans l'eau pure, mais qu'elle s'évanouissait à l'air dans une minute : la liqueur s'élève plus haut dans les racines, que dans la tige pendant le même tems. Enfin il varia ses expériences, en essayant l'usage des liqueurs spiritueuses ; leur odeur passa dans les fleurs & les fruits.

Hill s'est servi d'une teinture faite avec la cochenille ; il a même eu recours aux dissolutions métalliques ; il dissout l'acétite de plomb dans l'eau qu'il filtre au travers du papier gris, il en verse dans une tasse, & après avoir coupé une tige, il la plonge dans la liqueur à la profondeur de deux doigts ;

il l'assujettit de manière qu'elle puisse être droite, il couvre le tout avec un récipient, & tient cet appareil dans un lieu chaud pendant deux jours, il retranche alors la partie plongée & humecte le reste avec une dissolution de sulphure d'arsenic; je préfère celle de sulfure de potasse, qui donne une couleur très-brune à toutes les parties du plomb qu'elle touche, ce qui rend sensible les vaisseaux de l'épiderme; les pores y paraissent avec une couleur plus obscure, & l'on peut garder ces préparations sèches qui sont toujours très-instructives.

Mustel dans son *Traité sur la végétation*, rapporte plusieurs expériences de ce genre, elles lui ont toutes montré, que la séve ne monte, ni dans la moelle, ni dans l'écorce, mais dans les corps ligneux par des canaux différemment situés dans chaque espèce d'arbres, tantôt près de la moelle, tantôt près de l'écorce, ou bien entre le bois & l'écorce, ou enfin qu'elle s'élève par des canaux séparés & disposés en rayons.

Hedwig a fait toutes ses découvertes avec l'infusion du bois de fernambouc, & il a mieux vu par ce moyen, l'organisation des

trachées & des organes générateurs ; il a suivi de cette manière le fluide coloré dans les spires des trachées. Comparetti a employé la même infusion, mais c'est avec l'encre qu'il a découvert les vaisseaux des pistils & des étamines.

J'ai fait des expériences semblables avec des eaux aiguisées par des quantités très-petites d'acides minéraux, & j'ai vu les feuilles des rameaux assez longs, jaunir sur leurs pétioles paralysés & tombans sur leurs tiges blanchies. Les plantes tiraient pour l'ordinaire, autant de ce mélange, que de l'eau pure & quelquefois davantage.

J'avais mis des feuilles de vigne & de framboisier dans une forte infusion de bois de fernambouc mêlée avec une eau chargée d'acide carbonique ; leur parenchyme fut d'autant plus rougi, qu'elles produisirent plus de gaz oxygène au soleil ; mais la teinture ne rougissait pas les feuilles, quand elle était seulement mêlée avec l'eau bouillie ; ce qui prouverait que le gaz acide carbonique introduit l'eau dans les plantes, ou facilite son entrée, & que l'eau y reste dans l'expérience, quand l'acide carbonique a été décomposé.

Enfin j'arrosai des vases remplis de terre sèche avec une infusion de bois de fernambouc, j'y semai des haricots, je les arrosai constamment avec cette infusion; ils végétèrent fort bien, & produisirent leurs graines; mais je n'ai jamais apperçu avec les verres les plus forts, aucune trace du passage de la liqueur colorée dans aucune partie de la plante; je n'ai pas eu des résultats différens en élévant des hyacintes dans cette infusion.

En étudiant ces injections on s'apperçoit toujours que les sucs montent dans les vaisseaux lymphatiques, qu'ils s'arrêtent dans les utricules, où ils sont élaborés, comme on le voit dans le parenchyme qui fournit le gaz oxygène; c'est là que les sucs paraissent se varier le plus; ce sont aussi ces sucs qui semblent constituer davantage la nature des plantes, & qui les varient d'une manière plus frappante, comme on le remarque dans les feuilles qui sont très-probablement la première source de ce suc important.

CHAPITRE V.

De l'imbibition de l'air & de l'eau.

L'IMBIBITION est cet effet produit dans certains corps plongés dans un fluide, lorsqu'ils en sont plus ou moins pénétrés, ou lorsqu'ils se combinent avec lui. Les plantes dans leur état naturel sont enveloppées par plusieurs fluides; mais il paraît clairement qu'elles se pénètrent plus ou moins de l'eau qui les touche.

§. I. *De l'imbibition de l'air.*

Je ne saurais comprendre comment les plantes pleines d'air se pénétreraient de l'air où elles vivent sans chasser celui qu'elles renferment. L'air qui pèse sur le col d'une bouteille ouverte, n'en chasse pas celui qui y est; de même l'air extérieur ne saurait s'insinuer dans les plantes, si celui qu'elles renferment ne leur fait pas place, & quand l'air pour-

rait s'introduire de cette manière dans les végétaux, celui des plantes subaquées ne pourrait y être porté par l'atmosphère ; enfin si l'air des plantes était celui qui les environne ; si la place se faisait pour le recevoir au dépens du gaz oxygène qui peut seul se combiner avec facilité, & dans une quantité qu'on peut croire remarquable ; alors l'air qu'on retirerait des plantes, serait presque l'azote pur ; ce qui est bien contraire à l'expérience ; mais en accordant cette supposition, il faut accorder aussi que cet air, où le gaz azote seul en sortirait avec régularité au soleil, comme à l'obscurité, lorsqu'on met la plante sous l'eau ; cependant elles rendent au soleil dans toutes les circonstances un air qui est communément beaucoup meilleur, que l'air atmosphérique, & elles n'en rendent point, lorsqu'on leur ôte le soleil. Les premiers coups de piston tirent d'abord des plantes exposées sous la pompe pneumatique, un air aussi bon que l'air commun, comme je l'ai fait voir dans le vol. V. des *Mémoires de l'Académie de Turin.* J'ai élevé sous l'eau des plantes de menthe qui ont végété de cette manière plusieurs mois sans être en contact avec l'air commun & qui

ont toujours fourni du gaz oxygène au soleil; peut-on croire que ce soit celui de l'air commun contenu dans une si petite quantité d'eau? égalerait-il, par son poids, celui de l'air qui pouvait y être? que serait devenue cette masse d'azote trois fois plus considérable que le gaz oxygène rendu? mais toutes ces suppositions tombent d'elles-mêmes, quand on voit le gaz oxygène comme le produit de la décomposition de l'acide carbonique au soleil, puisque les plantes épuisées d'air sous la pompe pneumatique & mises dans l'eau chargée d'acide carbonique sans avoir été en contact avec l'air commun, donnent alors au soleil beaucoup de gaz oxygène.

Enfin en supposant avec Berthollet que le gaz oxygène rendu par les feuilles, fût un produit de la décomposition de l'eau, ce ne serait pas l'air commun, puisqu'il faudrait lui associer trois fois autant d'azote; de sorte qu'en imaginant que l'air commun pénétre les plantes, on ne saurait imaginer l'emploi de l'azote qu'il fournirait; il est vrai que l'acide nitrique & l'ammoniaque retirés des plantes par l'analyse, sont des composés de l'azote; mais toutes les plantes n'en donnent pas, &

celles qui en fournissent en donnent une quantité si petite, qu'on ne saurait imaginer qu'elle fût le produit de tout l'azote que les plantes devraient contenir, puisqu'elles n'en rendent jamais naturellement, lorsqu'elles sont en état de santé.

Il est vrai qu'on a vu que le gaz hydrogène était absorbé par les plantes dont il était l'atmosphère, parce qu'il était diminué alors d'une manière sensible ; mais on n'a pas fait attention que ce gaz est toujours diminué, quand il est en contact avec le gaz oxygène seul ou mêlé, comme dans l'air commun fermé par l'eau; peut-être l'eau se forme-t-elle alors; peut-être se contracte-t-il en se combinant avec le carbone ? Mais quoi qu'il en soit, seul & sans plante il se diminue aussi sur l'eau, comme je le ferai voir une fois. Il ne paraît pas même s'insinuer dans les plantes qui ne sont pas à tuyaux, comme les oignons; la pompe pneumatique au moins me l'a démontré ; il est pourtant certain que le gaz hydrogène où les plantes ont végété, devient plus lent dans sa combustion, qu'il perd sa faculté de détonner, & qu'il brûle avec une flamme tout-à-fait bleue, même lorsqu'il a été dépouillé de tout l'acide

l'acide carbonique qui a pu se mêler avec lui.

§. II. *De l'imbibition de l'eau.*

L'expérience apprend qu'une branche d'arbre coupée fraîchement, dont on mastique d'abord la section, perd de son poids quand les feuilles se fanent, par l'évaporation de l'eau qu'elles contenaient; mais ces branches fanées mises dans une cave humide ou enveloppées de linges mouillés, y reprennent leur fraîcheur & leur poids. Duhamel a vu des branches coupées au printems, se conserver & pousser des rameaux dans des enveloppes humectées. Une forte rosée, une petite pluie reverdissent les plantes fanées par la chaleur. Le *sempervirens tectorum*, les plantes grasses des tropiques, bravent les ardeurs d'un ciel embrasé & d'une terre desséchée en suçant la rosée de l'air chargée d'acide carbonique; & l'on ne peut douter qu'elle ait cette dernière propriété par la rouille qui consume le fer exposé à son action. Divers *cactus* périssent dans nos climats par la pourriture, ils sucent avec avidité l'humidité de l'air que la

faiblesse des rayons de notre soleil ne saurait dissiper. Les euphorbes, le *sedum anacampseros* fleurissent suspendus au plancher, parce qu'ils y végètent aux dépens de leur propre substance, & de celle de l'eau chargée de l'acide carbonique qui est contenue dans l'air.

Cette imbibition de l'eau pai les plantes, est indispensable, parce que la suction des racines est fort diminuée pendant la nuit; sans elle les plantes épuisées par la transpiration du jour, resteraient sans nourriture & deviendraient incapables de supporter la chaleur du jour suivant; au lieu que la rosée du soir qui les pénètre ranime leurs feuilles pendantes, en gonflant leurs vaisseaux qui se remplissent, & le soleil levant trouve d'abord dans le parenchyme des feuilles, le fluide quil doit élaborer avec celui qui favorisera l'ascension de la séve.

Mariotte avait vu des tiges ou des plantes nourries par une ou deux feuilles trempant dans l'eau; Bonnet a observé qu'un foliole de noyer ou d'abricotier tenu sous l'eau en avaient nourri deux qui étaient dans l'air pendant 17 jours; il faut donc que l'eau passe

dans la feuille, qu'elle pénètre ensuite dans le pétiole, & s'insinue dans le rameau ou dans la tige pour arriver aux autres feuilles. Hales & Miller ont bien prouvé que les plantes augmentent de poids, quand l'air est humide, quoiqu'elles ne puissent alors profiter du bénéfice de l'humidité que par leurs feuilles. J'ai conservé pendant six semaines des feuilles fraîches sous l'eau que je renouvellais tous les jours, & j'aurais pu les conserver plus longtems. Bonnet a complété la démonstration dans ses *Recherches sur l'usage des feuilles*, en montrant par des expériences que les feuilles des herbes tirent également l'eau par leurs deux surfaces, & celles des arbres & arbustes sur-tout par leur surface inférieure.

Ces faits prouvent que les feuilles s'imbibent d'eau; elles la trouvent dans l'air plus ou moins chargé de vapeurs aqueuses qui se résolvent en eau en touchant la feuille, par la perte de leur calorique; cette eau en s'y attachant les humecte & les pénètre avec l'acide carbonique qu'elle a pu dissoudre.

L'expérience a bien prouvé l'ascension de la rosée, & l'on admire son rapport avec la propriété de la surface inférieure des feuilles

dans les arbres & les arbustes pour l'imbiber ; on y remarque le but de la disposition des boutons sur les branches, & de celle des branches sur les tiges, pour écarter tout ce qui pourrait diminuer leur humectation, en rendant leur recouvrement réciproque le plus rare possible ; tandis que les herbes qui vivent à la source de cette humidité, la recoivent avec le même profit par leurs deux surfaces.

Comment les feuilles s'imbibent-elles de cette eau? Bonnet avait remarqué que les pétioles plongeant dans l'eau, nourrissaient leurs feuilles, il appliqua seulement leurs pétioles sur l'eau en relevant leurs extrêmités pour prévenir leur contact avec elle ; alors les feuilles périrent, comme si la surface des pétioles n'avait pas touché l'eau. Il paraît donc que les fibres des pétioles qui sont les conducteurs de la séve, de même que les nervures de la feuille qui en sont l'épanouissement ne favosent point l'imbibition de l'eau, quand elles la touchent par leurs surfaces ; que le parenchyme seul reçoit cette eau chargée d'acide carbonique au travers des pores de l'épiderme qui le recouvre, qu'il l'élabore, & qu'il y trouve une liqueur à peu-près analogue à celle

des vaisseaux lymphatiques ; que les glandes corticales qui recouvrent le parenchyme, sucent peut-être ce fluide, puisqu'on ne les voit ni sur le pétiole, ni sur les nervures qui ne s'imbibent point d'eau : ce qui paraît d'autant plus probable, que ces glandes sont étroitement liées avec le parenchyme, comme je l'ai fait voir ; enfin ces feuilles périssent bientôt sur l'eau bouillie & distillée, parce qu'elles n'y trouvent pas l'acide carbonique qui devient leur aliment naturel. Guettard croyait avoir vu prospérer une plante dans une atmosphère bien desséchée, mais il est impossible de leur en faire une pareille dans des vases clos, où elles transpirent toujours, à moins d'employer la chaux vive ou l'alkali caustique, qui les font périr bientôt, comme nous l'avons vu, en leur enlevant l'acide carbonique dont elles ont un besoin indispensable.

Il est assez remarquable que les plantes ou leurs tiges plongées dans l'eau n'en tirent presque point, quand elles y sont placées dans une atmosphère de gaz hydrogène ou azote, comme je l'ai vu souvent, quoique l'eau seule s'y évapore comme dans l'air commun ; mais il paraît que les plantes étant alors privées de

gaz oxygène, ne peuvent se débarrasser du carbone surabondant que le gaz oxygène leur enlève continuellement; aussi en introduisant du gaz oxygène dans ces deux cas, en remplaçant celui que la végétation emporte par la formation de l'acide carbonique, & en lavant cette atmosphère pour en ôter l'acide carbonique produit, lorqu'il est trop abondant, on fait végéter les plantes presque aussi vigoureusement qu'à l'air libre.

L'écorce s'imbibe d'eau par ses fentes, elle augmente de poids, quand on la plonge dans l'eau, & elle se dessèche, quand la plante périt. Le parenchyme de l'écorce ressemble beaucoup à celui des feuilles, & il doit remplir des fonctions analogues, comme je l'ai fait voir; l'expérience apprend qu'on nuit aux arbres en privant leurs tiges & leurs branches du contact de l'air.

Les racines s'imbibent d'eau comme les autres parties des plantes, elles ont aussi leur parenchyme, mais on sait qu'une grande partie de la séve qui arrive dans les feuilles, a traversé les racines; que lorsqu'elles sont dans l'eau, elles en prennent une trop grande quantité; que cette eau nuit alors à la plante, au-

tant par son abondance, que par le délayement des sucs propres, & par la diminution de la transpiration dans un air humide; c'est au moins ce qui paraît rendre les années pluvieuses, menaçantes pour les végétaux, & ce qui leur fait produire des fruits plus gros & moins savoureux.

CHAPITRE VI.

De la transpiration.

Les végétaux augmentent leur volume & leur masse aux dépens des matières étrangères qu'ils s'approprient par des opérations préliminaires, après avoir rejetté un résidu inutile des substances soumises à cette élaboration ; ce qui donne naissance à la transpiration *insensible* & *sensible*.

. I. *De la transpiration insensible.*

Les rapports que nous avons déjà observés entre la suction des plantes & l'augmentation de leur poids, montrent que l'eau ne saurait séjourner long-tems dans leurs vaisseaux ; cependant comme on ne voit pas cette eau s'échapper, il faut s'assurer d'abord de sa sortie, chercher ses rapports avec la suction, & découvrir, s'il est possible, comment cette transpiration s'opère.

Si l'on pèse une branche coupée à un arbre, après avoir mastiqué sa section, si on la laisse exposée à l'air; on voit en la pesant de nouveau, au bout de quelques jours, qu'elle a perdu une partie de son poids; mais comme on n'apperçoit aucune trace de cette perte, il faut présumer que la matière qui manque s'est perdue d'une manière insensible; & l'expérience confirme les présomptions de la raison. Hales a démontré cette perte dans les plantes qui végétent, il a fait voir après avoir écarté toutes les causes d'erreur, qu'un tournesol de 9, 7 décimètres de hauteur ou 3 pieds, perdait pendant 12 heures d'un jour fort sec & fort chaud 917, 149 grammes ou une livre 14 onces. Il s'apperçut que cette transpiration était proportionnelle à la surface des feuilles qui sont les organes transpirateurs. Pensant ensuite que cette matière perdue, pouvait être recueillie, il parvint à la rassembler dans des vaisseaux, & il trouva exactement que les rapports de la perte faite par la plante avec la surface, étaient proportionnels; il découvrit même, par des calculs ingénieux, qu'un tournesol transpirait 17 fois plus qu'un homme; que la séve

entrait dans les racines du chou avec 11 fois plus de vîtesse qu'elle n'en sortait par les feuilles. Enfin il compléta ces expériences en rassemblant l'eau transpirée dans un ballon disposé pour cela. Guettard a varié comme moi ces expériences, & nous les avons confirmées en les suivant dans des buts différens.

La transpiration des plantes, toutes choses d'ailleurs restant égales, est beaucoup plus grande, quand le terrain est plus humide; l'heure du jour influe sur cette transpiration par la chaleur, & sur-tout par l'action directe de la lumière; l'interposition seule d'un linge, d'un papier & même d'une gaze, en diminue beaucoup la quantité; aussi la transpiration des plantes pendant la nuit est très-petite, en comparaison de celle du jour; les vents chauds & forts la favorisent; enfin elle m'a paru beaucoup plus grande au milieu de floréal, qu'au commencement de vendémiaire. Les feuilles prêtes à tomber n'ont plus leurs organes élaborateurs aussi énergiques, & leurs pétioles prêts à se détacher, fournissent moins de matières alimentaires, comme j'ai eu l'occasion de l'observer diverses fois sur des tiges de framboisier semblables, que j'avais fait passer dans un ballon de Glauber.

Jours.		Eau tirée par sa tige renfermée dans le ballon.		Eau reçue dans le ballon.	
Prairial	16	26,750 grammes ou	504 grains,	12,737 grammes ou	240 grains.
	17	27,068	510	15,922	300
Fructidor	30	7,164	135	3,184	60
Vendém e	1	6,899	130	3,184	

Je voulus voir si l'heure influait sur la suction & la transpiration; l'employai les mêmes moyens au commencement de Floréal, & je commençai l'expérience à six heures du matin.

Heures	Eau tirée		Eau rendue.	
8	6,308 grammes ou	120 grains	5,032 grammes ou	95 grains.
11	5,777	110	5,032	
1	9,377	180	5,307	100
6 ½	9,377		4,776	90

La quantité de l'eau tirée & rendue pendant les sept premières heures, est bien plus considérable, que celle de l'eau tirée & rendue pendant les dernières de la journée; durant la nuit il y eut 1, 592 gramme d'eau tirée, & il n'y en eut point de rendue.

Je continuai l'an V de la République, les expériences que j'avais commencées pour découvrir les rapports de l'eau tirée à la lumière & à l'obscurité avec des rameaux semblables de framboisier; mais je les variai pour saisir les différences que la chaleur & la vivacité de la lumière pouvaient y introduire. Je les fis au commencement de floréal, & je mis les bouteilles avec leurs rameaux condamnés à l'obscurité sous de grands vases de terre vernissés qui recevaient toute l'action de la lumière; le thermomètre y monta au bout d'une heure, au moins aussi haut qu'au soleil en plein air. J'en plaçai de même dans une chambre à la lumière du jour & à l'obscurité; le thermomètre se soutint cinq à six degrés plus bas qu'au soleil.

	Au soleil.		Au soleil à l'obscurité sous un vase.		A la lumière du jour.		A l'obscurité dans la chambre.	
	grammes.	grains.	grammes	grains.	grammes	grains.	grammes	grains.
Eau tirée	13,799 ou	260	3,715 ou	70	7,058 ou	133	3,821 ou	72
				Pendant la nuit.				
Eau tirée	5.032	95	2,016	38	6,467	123	7,164	138
		Tous ces rameaux exposés le lendemain à la lumière du soleil.						
Eau tirée	11,729	221	3,025	57	23,406	441	45,781	693

Il paraît de là que les rameaux qui avaient été au soleil le premier jour, ont plus souffert que ceux qui avaient été dans une obscurité absolue & dans le lieu le plus frais, puisque ceux-ci ont tiré plus d'eau le lendemain, que les autres quand ils ont été exposés au soleil, & puisque la somme d'eau tirée par ces derniers dans les deux jours, est plus grande. La quantité d'eau tirée dans ce cas-ci est la plus forte que j'aie jamaise observé. On voit ici que pour conserver long-tems les plantes ou les fleurs dans l'eau, il faut les tenir au frais & dans une obscurité complète.

Je cherchai ensuite, si la nature des eaux pouvait influer sur la suction des plantes; j'employai une eau qui contenait assez d'acide carbonique, avec la même eau bouillie, mais les différences furent très-petites; & quoiqu'elles aient toujours été en faveur de l'eau chargée d'acide carbonique, qui paraissait favoriser la suction, j'ai trouvé la quantité trop minime pour décider la question.

Je m'occupai ensuite des moyens de déterminer l'influence de la lumière sur la transpiration, & de découvrir ses rapports avec la suction; j'ajustai, dans ce but, le 27 mes-

sidor, un rameau de framboisier, trempant dans l'eau & passant dans un ballon de Glauber, qui me donnait la facilité de recevoir dans un flaçon lutté, au bec de sa surface inférieure, l'eau évaporée par les feuilles.

	Appareil de Glauber à la lumière du soleil.		*Appareil à l'obscurité.*	
	Eau tirée.	Eau rendue.	Eau tirée.	Eau rendue.
	grammes. grains.	grammes grains.	grammes grains,	
Messidor 27	47,002 ou 716	6,368 ou 120	9,377 ou 180	0
28	32,482 612	6,184 60	11,888 224	0

On

On voit ici que la faculté transpirante des rameaux se perd plutôt que leur faculté suçante. Le quatrième jour, le rameau du premier appareil tirait encore assez d'eau, mais il n'en rendait plus dans le second, & le rameau dans l'appareil à l'obscurité, n'en a point rendu; mais il est aisé de s'appercevoir que la transpiration est une opération moins mécanique que la suction, & qu'elle dépend beaucoup plus de la santé des plantes.

Hales a remarqué une augmentation de poids dans les plantes, pendant la nuit; mais elle n'est pas l'effet unique de l'imbibition de la rosée, puisque mes expériences prouvent que les plantes tirent l'eau à l'obscurité & qu'elles n'en rendent point.

La transpiration n'est pas la même dans tous les végétaux : il paraîtrait que ceux qui combinent le plus, transpirent le moins; les plantes grasses, mal nourries par leurs racines, transpirent peu, comme les plantes qui ne perdent pas leurs feuilles pendant l'hiver.

Une transpiration trop abondante fatigue les plantes, parce qu'elles rendent alors plus d'eau qu'elles n'en reçoivent; de même une séve trop abondante entraînerait des engor-

gemens nuisibles, si la transpiration n'en dissipait pas une partie. L'expérience apprend qu'il faut laisser des boutons aux greffes & aux boutures, pour y attirer la séve ; mais le nombre de ces boutons ne doit pas être trop grand, parce qu'ils épuiseraient la plante, en lui enlevant trop vîte ses sucs nourriciers.

Guettard a observé que les fruits succulens transpirent moins, relativement à leur masse, que les feuilles des mêmes plantes ; mes expériences prouvent que les fleurs à masses égales transpirent beaucoup moins que les feuilles & les fruits ; enfin il paraît que la transpiration des branches endurcies n'est pas considérable.

La grande transpiration des plantes est un de leurs moyens pour supporter impunément les grandes chaleurs de l'été, par la dissipation de leur calorique employé à réduire l'eau en vapeurs ; aussi les plantes qui végètent, ne contractent pas au soleil la chaleur des plantes mortes ; on sait par une douce expérience que les lieux les plus frais dans la campagne sont les plus ombragés par les plantes, non-seulement parce qu'on y est à l'abri des rayons directs du soleil,

mais encore parce que la transpiration des plantes réduites en vapeurs enlève à l'air beaucoup de chaleur.

La matière transpirée ne séjourne pas long-tems sur les feuilles ; ces atomes d'eau se vaporisent sur l'orifice de leurs vaisseaux à mesure qu'ils y arrivent ; une tige coupée est bientôt fanée, quand on l'expose au soleil, parce qu'elle y perd bientôt l'eau qu'elle contenait, & comme elle conserve beaucoup plus long-tems sa fraîcheur en trempant dans l'eau, il faut que l'eau s'échappe par les feuilles, presqu'au moment où elle y arrive ; mais quand on pense à la quantité d'eau tirée par les feuilles, on s'apperçoit aisément que les plantes périraient par une pléthore inévitable, si elles ne pouvaient pas se débarrasser de la plus grande partie de l'eau qui les traverse.

La transpiration des feuilles est probablement un des grands moyens employés pour l'élaboration des sucs végétaux ; la suction fournit aux plantes un aliment rare délayé dans beaucoup d'eau, afin qu'il puisse s'introduire dans le calibre étroit de leurs petits vaisseaux ; il fallait donc qu'il s'y passât une

grande abondance de ce fluide nourricier, pour qu'il pût fournir une nourriture suffisante; la transpiration fait toujours place à un nouveau fluide qui apporte sans cesse une nouvelle nourriture, & qui s'échappe quand il l'a déposée.

Il est assez difficile d'estimer la quantité de la transpiration, parce qu'il est très-difficile de tenir compte de tout ce qui peut influer sur elle, soit de la part de la plante, soit de cèlle de tous les corps avec lesquels cette transpiration a des rapports. On a trouvé qu'une jeune pomme pesant 1,326 grammes ou 25 grains, & une jeune plante d'oseille pesant 2,229 grammes ou 43 grains, avaient évaporé toutes deux la valeur d'une surface d'eau de 5,12 décimètres quarrés ou 70 pouces quarrés.

Jean-Baptiste Saint-Martin avait entrepris des expériences curieuses sur ce sujet; elles apprennent qu'une branche de noyer pesant 2,176 kilogrammes ou 4 livres 7 onces fut exposée au soleil pendant tout l'été avec ses feuilles qu'on conserva lorsqu'elles tombèrent; le poids de cette branche fut alors réduit à 249, 296 grammes ou 8 onces 1 gros & 17

grains ; l'eau évaporée était à la partie solide comme 9 : 1 ; en brûlant cette branche, il ne resta que $\frac{1}{100}$ du poids ; dans ce cas, les huiles & les parties volatiles disparurent avec l'eau. Le même physicien a vu que dans les plantes herbacées, la partie solide était à l'eau comme 12 ou 15 & même quelquefois comme 20 : 1. Il croit qu'un arbre de moyenne grandeur a 20,000 feuilles ; que chacune d'elles transpire environ 0,531 grammes ou 10 grains par jour à Vicence ; de sorte que la transpiration de cet arbre serait environ de 17,120 kilogrammes ou 35 livres. En suivant les procédés de Hales pour estimer la quantité d'eau que les plantes perdent, le même observateur découvrit qu'une plante de maïs avait perdu environ 26 grammes $\frac{1}{2}$ ou 7 gros dans 24 heures ; un chou ordinaire 700,147 grammes ou 23 onces ; un tournesol 1,036 kilogramme ou 34 onces. Il suivit les mêmes observations sur un murier pendant toute l'année, il remarqua que la transpiration de cet arbre était presque nulle pendant l'hiver, & que pendant l'été elle était de 550,289 grammes ou 18 onces par jour.

Il paraît ainsi que la suction & la trans-

piration doivent avoir de grands rapports, & que la seconde est nécessairement l'effet de la première. Il y aura donc une grande harmonie entre les expériences de Hales, de Guettard & les miennes; on y voit que la suction & la transpiration sont proportionnelles au nombre des feuilles, à leur santé, à l'action immédiate du soleil sur elles, & à la quantité d'eau que l'air & la terre peuvent leur fournir; mais aussi on y apprend que la suction est un effet de la transpiration; au moins en suspendant celle-ci, soit par le retranchement des organes transpirateurs, soit en diminuant le volume de l'air où s'opère la transpiration, soit en supprimant l'action du soleil, on rend la suction bien moindre.

Il résulte de là que les plantes tirent moins d'eau à l'obscurité, parce qu'elles en évaporent beaucoup moins; & qu'en comparant la quantité de séve portée dans la plante par les racines avec celle qui en sort, on trouve qu'il reste dans la plante ce qui est nécessaire pour la nourrir, savoir, l'oxygène, l'hydrogène, l'azote, le carbone & la terre que l'analyse démontre dans les végétaux.

On a vu par les rapports que j'ai cherchés entre l'eau tirée & transpirée par les plantes, que les résultats que j'ai obtenus étaient peu satisfaisans; mais on a vu aussi que la clôture des végétaux sous les récipiens leur nuisait beaucoup par l'humidité de l'air, par l'augmentation de l'acide carbonique, la diminution du gaz oxygène, la fermentation de la plante, & la stagnation des fluides; aussi ses facultés transpirantes diminuent & cessent beaucoup plus tôt que ses facultés suçantes; je désespérais d'obtenir des résultats plus propres à m'instruire sur ce sujet, lorsque j'entrepris en 1790 de nouvelles expériences pour suivre ce phénomène. Je mis tremper au mois d'Août un rameau de pêcher dans une bouteille d'eau calibrée & pleine, je fis passer le rameau dans un grand ballon de Glauber, je reçus l'eau produite dans une petite bouteille luttée à un bec ouvert placé au milieu de sa surface inférieure, lorsqu'il était en expérience; je disposai cet appareil à midi, & je vis bientôt l'eau vaporisée en sortant des feuilles s'appliquer sur la surface du ballon, & découlant dans la petite bouteille qui me servait

de réservoir ; l'évaporation produite par l'eau qu'elle contenait ne pouvait être considérable, parce que son orifice était très-petit ; mais il pouvait s'échapper de l'air humide que la chaleur dilatait par l'ouverture qui donnait passage au rameau. J'ai répété souvent alors ces expériences, mais je n'ai eu de constante que la petite quantité de l'eau rendue par les feuilles relativement à celle qui était tirée par les tiges ; j'avais bien remarqué que les rameaux qui avaient été ainsi exposés au soleil, tiraient moins d'eau le lendemain à l'air libre, que ceux qui avaient été dans le même appareil exposés pendant le même tems à l'obscurité ; cependant toute l'eau tirée ne pouvait s'être logée dans le rameau, comme son poids me l'apprenait ; j'appercevais les causes de ces différences dans la diminution de l'air du ballon, dans les vapeurs chassées avec lui, dans la force transpirante qui était diminuée ; mais entraîné par d'autres recherches, fatigué par l'inutilité de mes efforts, j'abandonnai ce travail avec l'intention de le reprendre dans des momens, où je me serais plus profondément occupé de ce phénomène.

Je recommençai ces recherches l'an V de la République au commencement de Fructidor, avec une plante de menthe, en fermant l'ouverture du ballon avec du coton bien sec, qui pouvait se charger de l'humidité de l'air qui s'échapperait ; je tins une bouteille pleine d'eau, ayant une ouverture égale à celle où trempait la plante à côté de l'appareil, afin de tenir compte de l'eau qui pourrait s'évaporer, & je trouvai que l'eau tirée était à l'eau rendue par les feuilles environ comme 3 : 2; mais j'observai que les rapports de l'eau tirée avec l'eau rendue varièrent à différentes époques pendant les trois mois que l'expérience dura, qu'ils se rapprochèrent le plus de l'égalité au bout de six semaines dans les jours les plus chauds, qu'ils furent alors comme 15 : 13, & qu'ils ne furent jamais au-dessous de 4 : 1.

Peu content des résultats que j'avais obtenus, j'en cherchai d'autres qui fussent encore plus près de la vérité. Je plaçai dans un gros ballon de Glauber un rameau de framboisier avec trois feuilles pesant 17,915 grammes ou 337 grains $\frac{1}{2}$, sa queue trempait dans l'eau, il tira 31,951 grammes ou 602 grains

d'eau, il en rendit 23,937 grammes ou 451 grains; ce qui fait un déficit de 7,838 grammes ou 151 grains, dont il faut ôter l'augmentation du poids du ballon qui fut de 1,273 grammes ou 24 grains ; ceci réduit le déficit à 6,565 grammes ou 127 grains; je recueillis encore le matin 0, 584 grammes ou 11 grains d'eau; ce qui amène le déficit à 5,981 grammes ou 116 grains; le coton qui s'était humecté pesait 1,061 grammes de plus que lorsque je le plaçai ; de sorte qu'il ne reste plus que 5,920 grammes ou 96 grains pour le déficit total, mais cela est encore bien considérable.

Je répétai plusieurs fois cette expérience avec plus de soin, le résultat le plus approchant que j'aie obtenu, a été un déficit de 0, 996 grammes ou 18 grains $\frac{3}{4}$, ce qui peut pourtant s'expliquer par l'eau qui reste dans l'air, par celle qui s'applique sur les parois du ballon, par l'air qui s'échappe & qui entraîne avec lui des vapeurs, par le gaz acide carbonique décomposé & emporté, par le gaz oxygène sorti des feuilles, & la quantité d'eau qui s'est évaporée; je crois bien que si l'on pouvait tenir compte de

tout cela, on parviendrait à des résultats rigoureux ; mais j'ai trouvé que je m'étais assez approché de la vérité, pour renoncer à faire de nouvelles expériences de ce genre, qui sont très-longues, & qui ne m'auraient rien appris de plus, mais qui m'auraient fait courir la chance d'avoir d'autres anomalies produites par l'état de la plante, ou par d'autres circonstances. Quoi qu'il en soit, il doit rester de l'eau sucée dans la plante; cependant le dernier déficit que j'ai trouvé, me paraît encore beaucoup trop fort.

Quand la quantité d'eau tirée par les plantes dans ces expériencss est très-petite, il n'y a point d'eau rendue par les feuilles, qui devienne perceptible, parce qu'elle ne se résout en eau dans le ballon de l'appareil, que lorsque l'air qu'elle contient en est saturé & parce qu'il s'en échappe toujours une assez grande quantité; ou bien parce qu'elle mouille les parois du ballon, sans avoir assez de pesanteur pour vaincre son adhérence au verre.

Les expériences de Woodward cadraient assez avec les dernieres que j'ai rapportées, sur-tout si l'on ajoute aux considérations que j'ai faites pour couvrir le déficit de l'eau, que

j'ai fait remarquer, celles que présente la terre de l'eau privée de son acide carbonique, la perte continuelle de l'esprit recteur dont l'eau est probablement une partie constituante, enfin l'expérience de Hales, qui apprend que l'eau entre dans un chou avec une force 11 fois plus grande, que celle qu'elle a quand elle en sort.

L'eau transpirée n'est pas tout-à-fait l'eau aspirée ; j'ai fait tremper des rameaux de plante dans l'eau teinte avec la cochenille, on suivait les traces de cette teinture dans la partie ligneuse, mais l'eau rendue était parfaitement transparente ; quoique la teinture fut legère, la quantité de cette eau colorée que la plante tira fut bien moindre que celle qu'elle tire dans l'eau pure; mais la quantité de l'eau rendue fut proportionnellement beaucoup plus grande que dans l'eau commune.

Pour terminer ces recherches qui sont immenses, je donnerai ici quelques résultats généraux d'une foule d'expériences que j'ai faites en les suivant. Il était important de savoir si l'on trouverait dans les produits de l'évaporation des plantes, les sels qu'on leur aurait fait tirer avec l'eau où elles seraient

plongées. J'ai mis quelques gouttes d'acide sulfurique ou muriatique dans une grande quantité d'eau ; les rameaux des plantes plongées tiraient quelquefois autant de ce mélange, que d'eau commune, & quelquefois davantage, quand les feuilles n'étaient pas altérées ; je recueillis avec soin l'eau rendue dans l'appareil que j'ai décrit, il m'est arrivé de reconnaître la présence de ces acides par le moyen des réactifs ; mais il m'est aussi arrivé de ne les apperçevoir point du tout.

Les acides *sulfurique* & *muriatique* mêlés avec l'eau, dans la proportion de quelques gouttes pour environ 153 grammes ou cinq onces d'eau, ont généralement favorisé la suction des rameaux plus que l'eau pure, & ils ont éprouvé pendant cinq jours cet effet, quoiqu'il eut été graduellement beaucoup plus faible dans l'eau pendant les trois derniers jours. La suction de l'acide *nitrique* a été presque uniforme pendant tout ce tems ; mais elle a été moindre que celle de l'eau pure pendant les premiers jours, & inférieure à celle des deux autres acides, durant tout le reste du tems de l'expérience. Le *sulfate de soude* a été presque toujours plus actif que l'eau pure, & souvent

plus que l'acide muriatique. Le *nitrate de potasse* a été plus énergique que l'acide nitreux & le muriate de potasse ; depuis le troisième jour, il a été plus efficace que l'eau pure : le *muriate de soude* a produit des effets plus faibles que l'eau. La *potasse* s'est montrée plus active que l'eau depuis le second jour. Le *tartrite de potasse* a influé plus fortement que l'eau pure ou mêlée avec la potasse, & le *muriate d'ammoniaque* encore plus que le *tartrite de potasse*. Il faudrait faire un volume pour donner les détails de ces expériences que je supprime pour abréger.

Il s'est développé des rejettons aux rameaux mis dans les mélanges faits avec l'eau & l'acide muriatique, ou le muriate de soude, ou le sulfate de soude, ou le tartrite de potasse.

J'ai vu constamment les fleurs bleues, comme celles de bourrache dont les rameaux trempaient dans un mélange d'eau & d'acide, conserver leur couleur sans rougir, quoiqu'ils eussent tiré une quantité remarquable de ce fluide, & quoique les fleurs que j'y plongeais changeassent d'abord de couleur. L'acide serait-il arrêté dans le pédoncule des fleurs ? on peut au moins le croire, quand on voit ce

pédoncule & la première partie du rameau, paralysés lorsqu'on les plonge dans les eaux acidulées par les acides, & sur-tout par l'acide nitreux ; les fleurs roses n'ont point rougi dans ces expériences: cependant dans toutes celles de ce genre, & sur-tout lorsque je les faisais avec l'acide nitreux, les tiges ou les rameaux blanchissaient, les pétioles des feuilles étaient pendans, les feuilles tombaient vertes, les pédoncules perdaient leur fermeté, & les fleurs tombaient de même avec leurs propres couleurs ; ce qui me semble prouver que l'acide était arrêté daus les bourrelets des pétioles & des pédoncules, où se préparent les sucs des feuilles & des fleurs.

Pour rendre ces recherches plus complètes, j'ai cru qu'il fallait encore étudier l'eau transpirée. Celle de la vigne, du pommier, du figuier, du cerisier, de l'abricotier, du pêcher, de la rue, du raifort, de la rhubarbe, du panais, des choux n'offrent au goût aucune différence suivant l'observation de Duhamel, qui les trouve à peu-près semblables à cet égard à l'eau commune, dont elles différaient seulement par une légère odeur qui était celle de la plante renfermée, que l'eau com-

mune prend de même avec une plante odorante ; il observa cependant que cette eau se corrompit plutôt que l'eau pure.

J'ai voulu aller plus loin ; j'ai fait une espèce d'analyse de l'eau rendue par des rameaux de vigne que j'avais fait passer dans un ballon de Glauber, soigneusement nettoyé comme dans les expériences précédentes ; je recueillis de cette manière, au commencement de l'été 1, 222 kilogrammes ou 40 onces d'eau, que je filtrai & fis évaporer ; ce qui me donna 106, 15 milligrammes ou deux grains faibles d'un extrait qui attirait l'humidité de l'air ; l'esprit de vin en dissout 39, 81 milligrammes, ou les $\frac{3}{4}$ d'un grain ; l'eau dissout 26, 54 milligrammes ou un $\frac{1}{2}$ grain du reste ; ce qui fut indissoluble par l'eau & l'esprit de vin, fit effervescence avec l'acide acéteux, & il ne resta au bout de douze heures, que la douzième partie qui était un sulfate de chaux ; voici donc surement dans cette eau des matières résineuses & gommeuses, l'acide sulfurique, la chaux, l'acide muriatique qui ne laissent pas le moindre doute.

En répétant cette analyse sur 3, 225 kilogrammes, ou 6 livres 9 onces & demi d'eau recueillie

cueillie de la même manière à la fin de l'été, j'eus 0, 113 grammes ou 2 grains $\frac{1}{8}$ d'un résidu gris & pulvérulent; l'esprit de vin en dissout 0, 027 grammes ou $\frac{1}{2}$ grain. L'ether se colora sur le champ, en se mêlant dans cette dissolution; l'eau y devint nébuleuse; mais elle ne prit aucune couleur; le reste perdit dans l'eau 0, 027 grammes & elle en fut troublée; le résidu fit effervescence avec l'acide acéteux qui laissa 0,013 grammes ou $\frac{1}{2}$ de grain de sulfate de chaux; l'extrait par l'esprit de vin me parut chargé d'une plus grande quantité de principes résineux que le précédent.

Enfin j'ai fait de nouveau la même analyse de l'eau fournie par *l'Aster novæ Angliæ* L. j'en eus la même quantité que dans la précédente analyse, qui me donna par l'évaporation 0, 172 grammes ou 3 grains $\frac{1}{4}$ d'une matière solide attirant l'humidité de l'air; l'esprit de vin en emporta 0, 060, grammes ou 1 grains $\frac{1}{8}$; l'eau en enleva autant; le reste était de chaux pure avec quelques atomes de sulfate de chaux; il m'a paru inutile à mon but de pousser plus loin ces analyses qui ont une grande analogie entr'elles.

On comprend comment la transpiration entraîne cette matière solide, quand on connaît la forte adhérence de la chaux avec l'eau; mais ceci apprend encore comment l'eau peut monter dans les végétaux avec la terre qu'elle a dissoute, & comment cette terre en sort par la transpiration; cela me ferait aussi fortement soupçonner que l'eau transpirée ne sort point de la feuille sous la forme de vapeurs, mais sous celle d'eau dont les gouttes infiniment petites se vaporisent, dès qu'elles paraissent sur la surface de la feuille. Il paraît donc que le parenchyme qui remplit les intervalles des fibres de la feuille, est la source de cette eau transpirée par l'épiderme; celui-ci le recouvre & le parenchyme recueille tous les sucs que les pétioles y conduisent; c'est là qu'ils s'élaborent & qu'ils se débarrassent de cette humeur aqueuse combinée avec les élémens des sucs propres qui s'y forment.

Il me reste à parler des pores qui donnent passage à cette transpiration; mais je renvoye à tout ce que j'en ai déjà dit dans la première partie, section IV. chap. IX. art. 9.

Hedwig croit que la transpiration se fait au travers de ces pores, & quelquefois par de

petits canaux prolongés qui ressemblent à des poils plus ou moins longs & roides. Comparetti les a décrit dans son Prodrome. Il m'a confirmé dans ses lettres que ces pores sont très-frappans, quand on sait les voir : je ne décide encore rien sur ce sujet, les observateurs qui s'en occuperont, trouveront les moyens de se décider avec solidité.

On voit à présent que les sucs aspirés par les racines, sont amenés dans les feuilles où ils sont élaborés, que l'acide carbonique se décompose dans le parenchyme ; que la terre s'y dépose ; que l'eau y souffre une altération qui met peut-être son hydrogène en état de se combiner avec le carbone abandonné par l'acide carbonique, pour former les matières huileuses & résineuses ; alors l'eau surabondante pressée par celle qui arrive, tend à s'échapper par les pores de l'épiderme, où les orifices des vaisseaux excrétoires paraissent aboutir.

Les plantes dont on arrête la transpiration en les imprégnant d'huile ou de vernis ont beaucoup souffert, mais on peut croire que leurs feuilles ont été altérées par cette opération. Les plantes qui vivent sous

l'eau, comme les hyacintes, les narcisses & la menthe, qui y végètent fort bien, peuvent y être aussi débarrassées de l'eau surabondante qu'elles ont sucée, alors l'eau dans laquelle elles se trouvent, peut la leur enlever à mesure qu'elle paraît à leur surface.

§. II. *De la transpiration insensible d'autres fluides.*

L'eau n'est pas la seule émanation qui s'échappe des plantes d'une manière invisible, pendant leur végétation. On sent dans un jardin mille odeurs qui sont autant de fluides invisibles, élaborés par les végétaux. Les émanations du manchenilier occasionnent aux animaux des maladies violentes & même la mort. On a vu périr des oiseaux dans une chambre où l'on avait renfermé avec eux, une certaine quantité de feuilles du laurier rose.

Le gaz oxygène jaillit hors des feuilles que le soleil frappe, & on le rend sensible en plaçant les feuilles sous l'eau à la lumière du soleil. Les plantes fournissent encore les gaz acide carbonique & azote qui s'en échappent avec le gaz oxygène; on démontre l'existence

de tous les deux par tous les moyens que la chimie fournit.

§. III. *De la transpiration sensible.*

Plusieurs plantes ont encore une transpiration sensible qui diffère de la transpiration insensible, parce que la première est particulière à quelques végétaux, & que la seconde est commune à tous ; celle-ci est ordinairement sans goût & sans odeur ; celle-là est toujours plus ou moins odorante & sapide. Les peupliers, les saules laissent échapper quelques gouttes d'eau qu'on peut recueillir ; on en voit sortir des feuilles du *musa paradisiaca*, de quelques *arum*. Les feuilles de la fraxinelle sont souvent recouvertes d'une substance résineuse ; quelques plantes velues, comme la *martinia*, fournissent par leurs poils une humeur visqueuse. Les *pinguiculæ*, les *droseræ* ont leurs feuilles couvertes d'une matière grasse qui se sent aux doigts. Les orangers produisent une espèce de manne ; Malpighi observa sur les bords de leurs feuilles, une matière semblable à l'huile. La manne est le résidu d'une transpiration particulière qu'on trouve sur les

mélèses, les saules & les frênes; c'est au moins l'opinion commune; mais Bartel dans ses *Lettres sur la Calabre*, prétend que la manne découle des ouvertures faites à l'écorce des arbres; l'épaisseur de ce suc, & son analogie avec le suc retiré de l'érable rendraient probable cette remarque. On observe un dépôt pareil sur le *labdanum* & le ciste. Dombey vit au Pérou une substance jaunâtre, peu friable, demi transparente sur l'*opuntia*, elle est une extravasation d'un suc gélatineux; l'eau pénètre cette substance sans la dissoudre. Plenck apprend que le *boletus suberosus* transpire une humeur acidule, que l'action du soleil épaissit, & qui devient l'acide du sucre crystallisé.

Reneaume observe dans les *Mémoires de l'Académie des Sciences de Paris*, qu'il a vu sur les feuilles la écrétion d'une humeur épaisse provenant du suc propre. On trouve souvent sur les feuilles exposées au soleil une humidité gluante & douce, qui paraît sur-tout au lever du soleil sur l'érable, le sycomore, le petit érable, le tilleul &c. Ne serait-il pas possible que les abeilles prissent leur propolis dans ce résidu de l'évaporation des feuilles, suivant les idées de Tingry? quoi-

que cela puisse paraître vraisemblable, Huber a démontré que les abeilles de son voisinage le fabriquaient aux dépens du suc résineux qui recouvre les boutons du peuplier. Reneaume s'était borné à remarquer que les abeilles recueillaient avec grand soin cette transpiration des feuilles, mais il n'avait pas soupçonné l'emploi qu'elles pouvaient en faire.

En parlant de la rosée, j'ai dit qu'il fallait la distinguer sur les feuilles d'une excrétion particulière, observée par divers botanistes, Guettard, Hedwig & Bénédict Prevost; ce dernier l'a sur-tout étudiée avec soin, il a suivi d'abord sa place sur la pointe des feuilles des graminées, où elle forme une goutte très-remarquable; il l'a vue de même sur les pointes des dentelures des feuilles dans diverses espèces de plantes, où l'on remarque des petites gouttes d'eau bien distinctes & rangées dans un ordre donné suivant les espèces; en général il a observé que la gouttelette était unique, sphérique & terminale, lorsque la feuille était lisse & terminée par une pointe aiguë, de méme que sur les feuilles ovales, oblongues & lanceo-

lées, où ces gouttes ne se remarquent pourtant que dans les feuilles les plus jeunes. Quand il coupait des feuilles de graminées, il trouvait les gouttes sur la section, lorsqu'elles paraissaient à la pointe des feuilles entières; il a souvent vu ces gouttes sur les feuilles, tandis que le reste de leur surface était parfaitement sec. Ces gouttes ont cessé de se montrer quand cet observateur faisait tremper les plantes dans quelque infusion qui attirait sans doute les sucs de la plante. Il a remarqué que la quantité de cette excrétion était plus proportionnelle au nombre des dentelures de la feuille qu'à sa surface, & qu'il y avait des végétaux, comme l'ail, qui n'en donnent aucun signe. Mais j'en ai dit assez pour exciter la curiosité des botanistes, & pour engager ce savant à la satisfaire en publiant les intéressantes observations qu'il a faites & qu'il fait encore sur ce sujet curieux.

CHAPITRE VII.

De la séve.

§. I. INTRODUCTION.

On donne communément le nom de séve aux liqueurs observées dans les plantes ; mais on l'applique plus particulièrement à la lymphe & aux sucs propres que l'on nomme assez généralement *séve ascendante* & *séve descendante* ; cependant ce nom seul est sur-tout appliqué au suc nourricier qui renferme les élémens de la nourriture végétale.

Je m'occuperai encore ici de la lymphe & des sucs propres sous d'autres points de vue ; l'importance de cette matière dans une physiologie végétale, la lumière qu'elle doit répandre sur l'histoire de la nutrition & de la végétation, me forcent à rapprocher divers faits répandus dans cet ouvrage, & à des répétitions que leur utilité pourra rendre excusables.

§. II. *Nécessité de la séve, moyens de la charrier.*

Les plantes ne peuvent végéter vigoureusement sans leurs racines, quoiqu'elles soient placées dans l'eau, ou dans une terre humide. Une tige coupée à fleur de terre flétrit comme les branches & les rameaux séparés de leurs tiges, tandis que la racine restée en terre végète encore en languissant, & périt lorsqu'elle ne pousse pas une tige & des rameaux. De même cette racine n'empêchera point la plante de périr, si on l'arrache. Enfin une plante entière périt avec ses racines dans un vase trop petit, ou lorsque la terre est sans eau, sur-tout, si elle se trouve dans une atmosphère bien desséchée. Il paraît de là que l'eau pénètre la plante par ses racines & par ses feuilles, comme je l'ai fait voir, & comme leur humidité le démontre. Les injections font voir cette eau passant dans la tige au travers des fibres ligneuses; les feuilles qui vivent sur l'eau & qui en nourrissent d'autres qui ne la touchent pas, ne laissent aucun doute sur la solidité de cette conclusion.

J'ai prouvé que toutes les parties des plantes tiraient plus ou moins l'eau où on les plongeait, en sorte que l'eau aspirée par les racines est encore tirée par leurs tiges, leurs branches, &c. Mais comme l'observation apprend que les fibres du bois se prolongent depuis l'extrêmité des racines jusqu'à la cîme des plantes, & pénètrent les pétioles, les pédoncules, il paraît qu'il y a une communication ouverte entre les racines, les branches, les rameaux, les feuilles & les fruits. Ce n'est pas tout, j'ai fait voir que toutes les parties des plantes se pénétraient plus ou moins d'eau dans une atmosphère humide, & que les branches tiraient à-peu-près autant d'eau par leur petit bout que par le gros; de manière que les feuilles pénétrées de l'humidité atmosphérique pourraient fournir la séve aux racines, si cela était nécessaire. Enfin j'ai établi que la transpiration des feuilles enlevait aux plantes une grande quantité de l'eau que les racines y avaient introduite; que l'acide carbonique & la terre dissous dans cette eau concouraient à former les parties solides & fluides des végétaux. On observe dans les arbres qui ré-

pandent des pleurs, qu'ils s'humectent beaucoup plus tôt dans les entailles faites à leur pied, que dans celles qui sont voisines de leurs sommités, quoique les plantes soient sans feuilles; on voit même par le moyen des injections colorées la liqueur s'élever graduellement au travers des fibres ligneuses; au milieu de toutes les incertitudes dans lesquelles on flotte en traitant ce sujet, il ne me paraît pas qu'il y ait des doutes sur ces derniers résultats.

Il est vrai qu'en faisant une forte entaille au-dessous d'une branche, on devrait rompre la communication entr'elle & les racines; cependant la branche souffre peu, quand la plaie est soignée; alors la branche est nourrie par les fibres latérales, ou par celles qui s'y prolongent. Hales avait greffé par approche deux arbres à un troisième placé au milieu d'eux; quand la greffe fut solide, il scia celui-ci parallèlement au terrain sous la greffe, & la partie supérieure de l'arbre vécut fort bien par les secours latéraux que les deux autres lui fournirent. Enfin, si l'on a une tige qui ait deux branches, on nourrira l'une d'elles en faisant tremper l'autre dans

l'eau, & si cette eau est colorée, on la voit passer dans celle qui est hors de l'eau.

Quand on a fait une entaille à un rameau de vigne pendant l'écoulement des pleurs, la séve coule souvent de sa partie supérieure; cependant, si l'on renverse le rameau après l'entaille, la séve s'écoule pour l'ordinaire par la partie de l'entaille qui est la plus voisine du terrain; tout comme, lorsqu'on fait au printems plusieurs entailles à diverses hauteurs sur un sarment de vigne, on verra d'abord paraître les pleurs dans la partie supérieure de l'entaille qui est la plus près des racines, & l'écoulement suit successivement dans les entailles supérieures. Pourquoi donc la séve paraît-elle sur la partie la plus élevée de l'entaille? On a cru que la plaie dérangeait l'organisation des vaisseaux inférieurs qui s'obstruaient, & que la séve passant dans les vaisseaux latéraux, quand elle a gagné la partie supérieure, suivrait sa direction, si le poids de l'atmosphère ne la forçait pas à tomber : mais le poids de l'atmosphère ne s'opposerait-il pas autant à la sortie de la séve par la partie supérieure de la plaie que par l'inférieure? Dans

les plantes tout est si poreux, si perméable à l'air, qu'il ne paraît pas que l'air influe ici d'une manière particulière, d'autant plus que son influence s'exerce toujours en tout sens.

Desaussure a soupçonné que ce phénomène était produit, parce que la séve monte par des vaisseaux plus intérieurs ; tandis qu'elle descend par ceux qui sont plus voisins de la surface. N'arriverait-il pas aussi que le corps du bois ou de l'écorce ne fût pas assez spongieux pour repomper les sucs à mesure qu'ils sortent de leurs vaisseaux déchirés, quand leur poids favorise ce repompement; de même qu'une lisière de drap mouillé, plongée dans un verre d'eau, n'en répand point lorsqu'elle est verticale, tandis qu'elle la verse lorsqu'elle est pendante à terre? Cependant, comme on voit toujours les bourrelets se former vers le petit bout des branches, lors même qu'elles sont pendantes, on peut croire que la pesanteur & la pression n'influent point sur l'écoulement de la séve, & qu'il est produit, comme le bourrelet, par le retour de la séve descendante au travers du bois.

Enfin, puisque la séve monte dans les

fibres ligneuses, pourquoi les plantes terrestres périssent-elles dans l'eau ? Il faut observer qu'elles ne périssent pas d'abord ; que la végétation ne paraît pas altérée lorsque la section ne souffre pas trop du contact de l'eau ; que l'on ranime la vie de ces rameaux, mis dans l'eau, en coupant l'extrémité de la section qui favorise l'ascension de la séve, parce que l'extrêmité des vaisseaux n'est plus obstruée ; que l'eau n'est pas une nourriture assez substantielle ; enfin qu'on a vu des arbres croître & faire de grands progrès dans l'eau, pendant plusieurs années.

§. III. *Des sucs propres.*

La séve aqueuse cesse de couler au travers des plaies, quand les feuilles commencent à paraître ; elle pénètre les boutons qui se développent ; elle erre dans les feuilles qui s'épanouissent ; enfin les feuilles transpirent : mais cette séve ne traverse pas les feuilles sans y laisser quelques dépôts, puisque la transpiration est moindre que la suction. Enfin, on observe dans les végétaux d'autres sucs que la lymphe : il y en a qui sont plus épais, plus

colorés, & qui ont d'autres propriétés. Ces sucs ont une marche différente de celle de la séve, qui part des racines pendant le jour pour arriver aux feuilles, ou qui pénètre celles-ci pendant la nuit ; mais comme on voit ces sucs gonfler les bourgeons, on peut soupçonner que cette séve montée dans le bois, redescend dans l'écorce ; au moins toutes les fois qu'on comprime fortement l'écorce d'un arbre par une ligature, il paraît un bourrelet dans la partie supérieure ; de même si l'on blesse ou si l'on fait une ligature à une branche pendant vers la terre, le bourrelet s'annonce du côté du petit bout. On s'apperçoit enfin du reflux de la séve vers les racines, quand on coupe une plante d'éclaire, son suc jaune sort de la partie supérieure : on fait la même expérience en coupant une plante de tithymale, de la même manière.

Les pins présentent des faits curieux : leurs sucs propres sortent du haut & du bas des entailles. Quelques botanistes ont cru que ces sucs avaient peu de mouvement, & qu'ils s'échappaient hors des entailles, parce qu'ils n'étaient plus contenus par l'écorce; mais avec plus d'attention, ils auraient vu que ces sucs

ne

ne découlent de toutes les parties de la plaie qu'au moment où elle a été faite, tandis qu'ils continuent de couler de la partie supérieure de la branche, quoique l'inférieure n'en fournisse plus. Si l'on enlève un anneau circulaire d'écorce à une branche ou à une tige, l'écoulement est toujours plus grand dans la partie supérieure que dans l'inférieure; & lorsqu'on fait cette opération sur des cerisiers, la gomme ne découle que de la partie supérieure. Duhamel a fait une expérience qui m'a paru tranchante : il avait greffé par approche le haut de la tige d'un jeune ormeau, sur le milieu de la tige d'un autre; quand l'union des deux arbres fut parfaite, il coupa, à quelque distance de terre, l'arbre greffé, qui sortait du milieu de la tige du sujet en forme de crochet; il fallait bien alors que la séve du premier descendît dans ce crochet, pour nourrir quelques bourgeons qui en sortirent pendant plus de douze ans : il est vrai que ces bourgeons ne firent pas de grands progrès; mais ils subsistèrent & la plaie fut cicatrisée, ce qui ne peut s'opérer que par le moyen des sucs descendans,

puisqu'il ne se forme point d'union entre les bois des entes.

Pour compléter la démonstration de la séve descendante, j'ajouterai quelques observations de Lancry, rapportées dans l'article *Bourrelet*, du *Dictionnaire d'Agriculture de l'Encyclopédie méthodique* : il remarque que l'accroissement des arbres en grosseur, s'opère entre l'écorce & le bois; que la grosseur des bourrelets supérieurs dans les plaies annulaires, est d'autant plus grande que les branches supérieures sont plus hautes, plus nombreuses & plus considérables. Ces observations établissent manifestement l'existence de cette séve descendante : il remarque ensuite que la partie d'une branche placée au-dessus d'une plaie annulaire, prend un grand accroissement, tandis que la partie inférieure cesse de croître; par conséquent, puisque le bourrelet était descendu pour couvrir la plaie, que sa production s'était faite entre l'écorce & le bois, & que le ralentissement de la séve avait favorisé l'accroissement de la partie supérieure de la branche, il fallait que la séve descendante eût produit cet effet, qu'elle fût descendue avec force pour former cette tumeur, &

qu'elle s'y accumulât à cause de l'obstacle apporté à sa progression : il faut que la même séve nourrisse les branches supérieures à la plaie annulaire, & laisse sans nourriture les branches inférieures où elle ne peut plus alors parvenir.

Le bourrelet qui se forme quelquefois sur la lèvre inférieure des plaies annulaires faites aux arbres, sont du même genre que ceux qu'on voit sur la lèvre supérieure : ils ont aussi la même cause ; la séve descendante en développe les fibres, quoiqu'elles s'accroissent en s'élevant, comme elle produit le développement des feuilles & des bourgeons qui s'accroissent de la même manière.

Cet observateur confirme ces inductions en parlant des bourrelets formés par une ligature : il paraît d'abord singulier qu'elle ne hâte pas la maturité des fruits, comme les plaies annulaires, pendant la première année, & qu'on ne voie leurs effets que dans l'année suivante ; mais on sent bientôt que la séve ne peut être d'abord totalement arrêtée, parce que la compression n'est pas assez forte ; aussi quand la partie liée s'accroît, la ligature agit avec plus de force & le bourrelet supérieur de la

ligature devient semblable à celui de la plaie annulaire, parce que les effets de la ligature sont devenus les mêmes, le passage de la séve étant complétement intercepté, lorsque la compression est devenue plus forte.

Cette séve descendante développe les boutons, les branches, les racines, qui sont placés à leur origine sur des espèces de bourrelets formés par les organes élaborateurs & remplis de sucs, comme on les voit à la base des pétioles, des pédoncules & des bourgeons. Enfin, on sait sûrement qu'il ne se développe plus de fibres ligneuses au-dessous des bourrelets des plaies annulaires. J'ai vu souvent les boutons à fruit, peu avancés, sécher quand on faisait au-dessus & au-dessous d'eux des plaies annulaires. Lorsque ces boutons étaient prêts à s'épanouir, ils ont fleuri, noué, & ils sont tombés bientôt après; mais les boutons à feuilles se sont pour l'ordinaire conservés, ce qui prouverait qu'ils sont surtout nourris par la séve ascendante.

L'harmonie observée dans l'état opulent ou appauvri des branches & des racines, confirme encore l'existence de la séve descendante; elles se nourrissent réciproquement:

aussi le retranchement des unes entraîne la ruine ou le dépérissement des autres, surtout du côté où le retranchement a été fait quand il a été partiel; mais quand la plaie est annulaire sur la tige d'un arbre, toutes ses racines cessent de pousser.

Il y a des cas particuliers propres à éclairer les théories qu'ils semblent détruire. Un arbre étêté peut végéter au printems avec vigueur; cependant ses feuilles retranchées avec les branches ne fournissent aucun suc: mais c'est le cas de la plupart des arbres à la fin de l'hiver; les bourgeons, les boutons, les racines, se développent quoique les arbres soient sans feuilles. Il faut pourtant que la séve y parvienne, puisqu'elle est la cause de ces changemens. Le parenchyme de l'écorce, qui ressemble à celui des feuilles, sera l'organe élaborateur des sucs nécessaires aux dévelop-pemens considérables du moment; mais comment se fera la transpiration nécessaire à cette élaboration? Les pleurs des arbres pleurans, sont une évacuation aqueuse qui remplace la transpiration; ces pleurs ont été déjà élaborés, puisqu'on y découvre la résine & la gomme. La transpiration des boutons est con-

tinuelle; l'emploi de la séve elle-même, est alors plus grand que dans un autre moment. Un arbre étêté, qui se trouve dans les mêmes circonstances, laisse mille passages à la séve, soit en masse, comme dans les pleurs, soit par la transpiration qu'ils facilitent; d'ailleurs, comme la transpiration est proportionnelle à la suction, il ne s'élève probablement que la quantité de séve nécessaire au développement des boutons qui l'attirent. Enfin les bourrelets des plaies ressemblent assez aux feuilles par leur parenchyme, & l'on y découvre une multitude de boutons prêts à se développer, qui jouent, en petit, le rôle des feuilles qu'ils renferment.

§. IV. *De l'organisation vasculaire.*

L'existence des sucs ascendans & descendans, me semble suffisamment prouvée : on est de même sûr que les premiers sont la source des seconds, puisqu'on ne saurait découvrir ce que deviennent les sucs qui montent, s'ils ne produisaient pas ceux qu'on voit descendre ; & l'on est conduit à tirer cette conclusion, parce qu'ils manifestent déjà

la gomme & la résine qu'on remarque sur-tout dans les autres.

Il faudrait, à la vérité, saisir le point de communication entre les vaisseaux ascendans & descendans : on voit bien qu'il peut exister ou dans leurs extrémités supérieures, ou dans leur longueur, ou par les deux moyens réunis; mais on comprend que ces communications doivent être extrêmement fines; qu'elles peuvent échapper à nos verres, à nos lancettes & à nos injections. J'ai prouvé qu'il y avait dans les feuilles plusieurs plans de vaisseaux unis entr'eux, qui forment probablement cette communication, puisque les feuilles sont manifestement destinées à l'élaboration des sucs; elle pourrait se faire dans le parenchyme de l'écorce, où les utricules se lient avec les vaisseaux, par une foule de vaisseaux très-petits. On sait encore que les vaisseaux propres s'unissent avec les trachées, qui sont peut-être aussi des vaisseaux séveux.

L'union de ces deux ordres de vaisseaux se ferait donc par les anastomoses de leurs extrémités, & l'on prévoit qu'elle peut s'établir dans les boutons, les calices, les fleurs, les feuilles : ce qui paraît tout-à-fait probable,

quand on voit une feuille ou une branche feuillée, plongée dans l'eau par une de ses extrémités, nourrir une feuille ou une branche voisine, qui ne peut y tremper; & surtout quand on sait l'expérience de Gouffier, sur les hyacintes, qui se développent & fleurissent lorsque leurs têtes sont mises dans l'eau, comme lorsque leurs racines y trempent. Cependant dans ce cas, ou dans celui de la branche dont je viens de parler, le suc propre doit être élaboré dans la partie submergée, & la séve doit en partir pour humecter la plante, qui se fanerait sans cela. Quand on considère la position des vaisseaux propres, leur liaison avec le parenchyme, par le moyen des protubérances nombreuses qui les couvrent; quand on sait que l'abondance des sucs propres est proportionnelle à celle des sucs séveux, on ne peut douter des rapports & de la liaison qu'il doit y avoir entre leurs vaisseaux.

L'organisation vasculaire des végétaux, offre deux circonstances remarquables: en unissant les vaisseaux avec le parenchyme, les sucs amenés sont retenus & élaborés; & ils sont forcés, après l'élaboration qu'ils ont

reçue, d'en sortir par une route différente de celle qu'ils avaient suivie, parce qu'il y a de nouveaux sucs arrivans qui les refouleraient : ce qui empêche une chûte trop brusque de ceux qui sont élevés. Les vaisseaux propres, eux-mêmes, offrent un moyen énergique pour empêcher le retour des sucs, qu'ils charrient, dans les poils dont ils paraissent couverts intérieurement : ils y trouvent encore un moyen pour se filtrer lentement & fournir par-tout la nourriture qu'ils renferment. Dirai-je que ces poils remplacent les valvules qui manquent aux vaisseaux des végétaux, & qu'ils sont peut-être des vaisseaux pour ouvrir des communications latérales ?

§. V. *Ascension de la séve.*

Les différentes expériences & observations faites par Hales & par d'autres, sur des arbres pleurans, se réunissent pour prouver que la séve monte entre l'écorce & le bois. Une suite de jours éclairés par le soleil, au printems, quand la chaleur se soutient & s'accroît, fait monter graduellement la séve. Une journée chaude l'élève alors à une hauteur qu'elle

n'atteindra pas le jour suivant, si l'air se refroidit. Une succession de jours un peu plus froids, ne produit qu'un effet semblable à celui qu'un seul jour aurait dû amener ; & quand le froid augmente, la séve reste stationnaire ; mais elle est prête à couler aussitôt que la chaleur recommence. L'ascension de la séve est graduelle, depuis la racine vers la cime de l'arbre ; elle employa une fois 43 jours pour s'élever à 20 pieds ; une autre année elle parcourut cet espace dans 33 jours. Walker, dans les *Transactions de la Société d'Edimbourg*, *T. I*, a vu la séve marcher plus vîte du côté exposé au froid ; il a cru remarquer que les couches ligneuses y croissent avec plus de rapidité ; que la séve en montant se meut entre les couches du bois, entre l'écorce & le bois, mais jamais dans l'écorce & la moelle ; qu'elle entre plutôt dans les branches pendantes, que dans celles qui sont droites ; que son mouvement est plus rapide dans les jeunes arbres que dans les vieux, & qu'elle est un peu arrêtée dans les bifurcations, où elle se répand avant de monter plus haut. En général les entailles faites au bouleau fournissent des pleurs tant que le

soleil luit, elles cessent d'en donner quand le soleil se couche. Les pleurs coulent plus abondamment lorsque la chaleur est modérée, parce qu'une forte chaleur & un air sec les diminuent, en augmentant l'évaporation & en diminuant la quantité du fluide que la terre fournit aux racines; c'est probablement pour cela que les pleurs coulent sur-tout au printems & en automne, quoique ces deux saisons n'aient pas ce privilège exclusif pour tous les arbres qui ont cette propriété; cependant lorsqu'on dépouille un sep de vigne en été de ses branches, les entailles faites à son bois ne pleurent point, quoiqu'il paraisse alors dans les mêmes circonstances qu'au printems; mais le terrain aride fournit une petite quantité de fluide; la séve élevée s'évapore au moment où elle paraît, & les boutons moins avancés sont moins propres à favoriser la suction.

J'ai parlé ici des pleurs des plantes, parce qu'ils offrent une idée sensible de la séve; cependant j'ai lieu de croire, & j'aurai l'occasion de le dire, leurs mouvemens ne sont pas les mêmes que ceux de la séve dans les plantes qui pleurent; on n'apperçoit ceux-ci

que par leurs effets sur la végétation ou par une humidité remarquable, qu'une forte chaleur fait paraître sous la forme de liqueur; mais on découvre celle-là par la fraîcheur des végétaux, par la production des sucs propres, par l'évaporation des feuilles, par les traces que la couleur des injections laisse dans le bois, & par la diminution de l'eau dans les phioles où les branches plongent.

Quoique la séve paraisse enchaînée par l'hiver, toutes les plantes en contiennent une certaine quantité dans leurs diverses parties; elle semble bien diminuer à mesure que l'intensité du froid augmente par le resserrement des vaisseaux; mais ils ne sont jamais vides, & les plantes périraient sans cette séve, puisqu'elles sont toujours soumises à l'évaporation qui diminue pourtant à mesure que le froid augmente. Cette séve d'hiver n'est pas même oisive, on voit alors de nouvelles racines se former, les boutons se développer d'une manière sensible; il paraîtrait pourtant que la gelée retarde beaucoup sa vîtesse.

On peut demander pourquoi la séve est plus abondante au printems qu'en été? mais puisque la terre est alors plus humectée,

la transpiration plus faible & moins facile à cause de la chaleur qui est moins forte, ou de la suppression des feuilles qui sont les organes transpirateurs, puisque la séve est pendant ce tems moins employée, parce que tout est à développer, on comprend comment on trouve alors plus d'humidité dans les plantes; d'ailleurs l'action de la végétation étant moins forte, les sucs sont moins épaissis, & ils se répandent par-tout avec plus d'aisance; on sait au moins que les pleurs de la vigne diminuent, dès qu'ils commencent à se colorer & à prendre du goût.

Le phénomène de la séve *d'août* mérite de l'attention; il n'est pas aisé de concevoir comment la séve dont le cours a été suspendu depuis le commencement de messidor, jusques à celui de fructidor, s'annonce par des phénomènes à peu-près semblables à ceux qu'elle a déployés au printems; mais n'arriverait-il point que dans les ardeurs de l'été, la transpiration étant plus considérable, la terre très-desséchée fournisse peu de sucs aux végétaux, & qu'ils aient assez d'alimens pour vivre, sans en avoir assez pour se développer: au lieu qu'au commencement de fructidor, des

rosées plus abondantes, des nuits plus longues & plus fraîches, humectent davantage la terre & les feuilles; les plantes qui reçoivent alors davantage de nourriture, perdent moins par la transpiration; elles sont aussi plus succulentes qu'en été, & comme la chaleur est encore assez forte pour favoriser le mouvement des sucs, ils détachent l'écorce du bois, nourrissent les branches tendres, développent quelquefois les boutons à fleurs prêts à voir le jour.

Pourquoi donc tous les boutons à fruit ne fleurissent-ils pas en vendémiare, comme ceux de quelques plantes? c'est parce que le développement qu'ils ont reçu ne les a pas amenés au point où ils doivent être pour fleurir. Les boutons qui fleurissent montrent que tous auraient fleuri de même, s'ils avaient tous été également développés, mais ils ont besoin de la nourriture qu'ils recevront encore pour être en état de s'épanouir au printems suivant, & ce développement qu'ils reçoivent en fructidor, les dispose à celui qu'ils doivent recevoir en floréal.

Desaussure ne croyait pas que le mouvement de la séve en fructidor, dépendît d'une

cause extérieure, parce que ce grand phénomène doit avoir lieu, quelles que soient les vicissitudes de la saison. Un froid, une sécheresse, une humidité extraordinaires ne repoussent, ni n'avancent, suivant cet illustre physicien, la *séve d'août*. Il suppose que la cause de cette séve est intérieure, qu'elle est une suite du développement de la plante, & qu'elle commence, quand celle du printems a fini son travail, en sorte que les agens extérieurs n'influent sur cette séve, que parce que les agens extérieurs ont accéléré ou retardé ses développemens propres à la produire. J'avoue que je ne comprends pas, comment toutes les plantes obéiraient à cette cause intérieure malgré leurs variétés qui sont si frappantes à tant d'égards. Je dois pourtant remarquer que l'effet de cette séve qu'on observe sur nos arbres en fructidor, se fait remarquer sur ces plantes dans un autre tems, lorsqu'elles végètent sous une latitude plus méridionale, comme au Cap de Bonne-Espérance.

Il serait important d'examiner si la *séve d'août* est un fluide semblable à la séve du printems; on peut le présumer, puisqu'il produit les mêmes effets, mais cette présomp-

tion a besoin d'être vérifiée. Il ne serait pas moins curieux de savoir, si tous les végétaux la rendent sensible dans tous les climats; si on l'observe de la même manière dans les pêchers du Cap de Bonne-Espérance, comme dans ceux de nos jardins.

Je finis cet article en remarquant, que les mouvemens de la séve sont plus rapides dans les herbes que dans les arbres, parce que leurs vaisseaux sont plus grands & plus souples, & parce que leurs développemens sont plus prompts & plus considérables.

§. VI. *Causes concourantes pour mouvoir la séve.*

La CHALEUR ranime le mouvement de la séve ralenti par le froid. Les plantes engourdies par la gelée, reprennent leur vigueur dans les serres chaudes; on y cueille au mois de pluviose, les roses & les violettes; mais la rapidité de leur végétation n'y est pas proportionnelle au degré de chaleur qu'elles y éprouvent, parce que les germes des boutons à fruits & à feuilles ne sont pas d'abord assez développés pour aider à l'impulsion de la

chaleur,

chaleur, comme ils y cèdent au printems. On sait qu'il y a une somme de degrés de chaleur nécessaire pour la végétation de chaque plante; aussi chacune d'elles fleurit à des époques différentes. La chaleur augmente la fluidité des liqueurs qui pénètrent les plantes; elle dilate leurs vaisseaux, elle augmente la force dissolvante de l'eau, elle favorise la décomposition & la combinaison des parties alimentaires, elle influe sur l'assimilation de la nourriture avec le végétal; mais j'ai déjà traité ce sujet.

L'action immédiate du SOLEIL n'est pas moins importante; les végétaux se développent mal à l'obscurité, & ils y périssent bientôt; les arbres pleurans répandent sur-tout leurs pleurs, quand ils sont éclairés par le soleil. L'écorce se détache d'abord des arbres dans les parties frappées par les rayons de cet astre, parce qu'il y attire la séve coulant entre l'écorce & le bois. La lumière colore en vert le parenchyme & les sucs qu'il élabore, elle dégage l'oxygène de l'acide carbonique, elle ralentit les effets de la fermentation. Mais je me suis déjà occupé de l'influence de la lumière.

La CHALEUR & L'HUMIDITÉ réunies paraissent les circonstances les plus heureuses pour le développement des végétaux : Duhamel a observé que leur accroissement le plus grand se remarquait sur-tout dans un tems couvert, accompagné d'un air chaud, disposé à l'orage & suivi de pluie.

Il semblerait que la PLUIE accélère la végétation non-seulement parce qu'elle humecte les pantes, mais encore par une action particulière ; au moins les plantes aquatiques semblent jouir dans l'eau, du bénéfice de la pluie.

La CONDENSATION & la RARÉFACTION produites par les variations alternatives de la température sur les parties solides & fluides des végétaux hâtent leur développement. Le printems où ces variations sont si grandes, est le moment où la végétation est la plus forte ; cependant elle est très brillante dans les serres chaudes, où la température est presque toujours égale

L'ÉVAPORATION ou la transpiration des plantes me paraît un des grands moyens pour augmenter la quantité de leurs alimens & pour

opérer leur développement : j'en ai déjà parlé, j'en parlerai encore.

Il serait curieux de rechercher l'effet d'une lumière trop vive, d'une chaleur & d'une humidité trop fortes, d'une condensation & d'une raréfaction poussées aussi loin qu'il serait possible, & d'une évaporation soutenue avec une humectation suffisante; car l'efficace de ces causes me paraît encore plus présumée que démontrée, & en supposant leur énergie, il serait bien utile de pouvoir la graduer dans chacune.

§. VII. *Causes soupçonnées du mouvement de la séve.*

I. On n'a point encore remarqué de force dans les végétaux pour imprimer à la séve le mouvement qu'elle manifeste. On a cru que L'IRRITABILITÉ pourrait en être l'agent. Coulon l'emploie dans une dissertation intitulée *De mutata humorum in regno organico indole a motu vasorum vitali derivanda*; j'en ai vu l'extrait dans le *Gottingische anzeige 70 stuck p. 705*; il y cherche a établir l'irritabilité des plantes, comme je le dirai ailleurs; il montre en-

H 2

suite l'action des solides sur leurs fluides. Il observe avec cela que les sucs qui s'écoulent des vaisseaux de *l'euphorbium lathyris*, dont on a coupé la tige, sont blancs, & qu'ils deviennent ensuite transparens ; il croit que le desséchement de la plante n'opère pas ce changement, puisqu'on le remarque en baignant les plaies dans l'eau. Il apprend que ces sucs coulent plus tard, quand cette plaie a été touchée par un eau faiblement imprégnée de sulfate d'alumine ou de fer. Il croit enfin que l'irritabilité est la cause de l'ascension de la séve dans les tiges fraîches, parce que la séve ne monte point dans les plantes mortes, & parce que son mouvement languit dans les plantes qui souffrent, comme on le voit pendant l'hiver. Coulon compare cette langueur au sommeil, parce qu'elle ne saurait être l'effet du froid, puisque les feuilles tombent dans les serres chaudes comme en plein air ; ou à celle qui est produite dans l'étiolement par l'absence de la lumière ; ou à celle de la vieillesse ; ainsi les feuilles d'une sensitive âgée se meuvent plus lentement que celles d'une plante plus jeune ; ou enfin à celle que le froid occasionne, les plantes végètent alors plus

faiblement. Je renvoye à ce que je dirai sur l'irritabilité des plantes, j'observerai seulement qu'en la supposant, on ne comprend guères comment elle se manifeste dans le bois, dans le cœur des arbres dont les fibres roides & serrées, donnent passage à la séve & la portent dans toutes les parties des plantes.

II. Hedwig réunit plusieurs causes pour animer le mouvement des fluides dans les végétaux. Le *principe vital* qu'on ne connaît pas & *l'élasticité des fibres ou des vaisseaux* formés par les trachées. Bonnet l'avait soupçonné; mais Hedwig apperçoit les vaisseaux lymphatiques dans les spires des vaisseaux spiraux, où le mouvement des fluides semble plus facile sur des plans inclinés, que dans des tubes perpendiculaires au sol; *l'action de la transpiration* qui retarde ou accélère le mouvement de la séve suivant son intensité, ce qui semble offrir plutôt l'idée d'un effet, que celle d'une cause. Enfin ce grand botaniste croît que ce mouvement mêle les sucs de manière qu'ils ne cèdent point à leur pesanteur spécifique; ce qui ne pourrait arriver qu'après leur mêlange, mais cela n'indiquerait pas mieux la cause de ce mouvement.

III. On a soupçonné que l'ascension de la séve était l'effet de L'ATTRACTION EXERCÉE PAR LES VAISSEAUX CAPILLAIRES sur les fluides qu'ils contiennent; mais on sait que l'élevation de l'eau dans les tubes capillaires, est en raison inverse de leurs diamètres; par conséquent la hauteur à laquelle ces tubes pourraient élever l'eau dans les plantes serait bien petite en comparaison de celle où elle doit arriver dans les grands arbres, puisqu'en supposant les tubes d'un diamètre qui serait la deux-centième partie de 2, 26 millimètres ou d'une ligne, l'eau ne s'éleverait qu'à 1, 9 décimètres, ou sept pouces $\frac{1}{2}$; d'ailleurs, si les tubes capillaires attirent l'eau, ils la retiennent par cette attraction qui l'élève, & ils ne la versent pas dehors; enfin leur théorie ne saurait expliquer la descente des sucs propres. Giobert, dans ses *Recherches sur les engrais*, remarque fort bien que l'ascension des liqueurs dans les tubes capillaires, ne se fait plus quand les tubes ont perdu leur poli, & l'on n'imagine pas que les parois des vaisseaux des plantes soient aussi polies que celles des tubes de verre, dont la densité & la partie alkaline qu'elles contiennent, favorisent encore cette ascension.

IV. Grew croyait que la force motrice des plantes résidait dans leur STRUCTURE. Les utricules gonflés du parenchyme pressent les vaisseaux, qu'ils forcent à rendre leurs sucs; mais on sait qu'il n'y a point d'utricules dans le bois; que lorsqu'il y en aurait, ils ne sauraient comprimer des vaisseaux aussi roides que les vaisseaux lymphatiques; enfin que les vaisseaux horizontaux qui lient le parenchyme à la moelle sont des vaisseaux & ne sont pas des utricules.

V. Malpighi a soupçonné que le mouvement de la séve était produit par l'EXPANSION ET LA CONDENSATION DE LA SÉVE DANS LES TRACHÉES, lorsque sa température change; alors le gonflement des trachées en pressant les vaisseaux forcerait les sucs à monter ou à descendre; mais il ne saurait y avoir de mouvement que lorsque la température changerait; & il ne pourrait y avoir de suction que lorsque la chaleur diminuerait, ce qui est contraire à l'expérience; enfin il paraît extrêmement probable que les trachées ne contiennent point d'air, mais qu'elles sont remplies par la séve.

VI. On ne peut imaginer avec Perrault

une FERMENTATION qui produirait seulement l'acide carbonique sans gaz oxygène, & qui amenerait la destruction du végétal; d'ailleurs elle ne pourrait pas élever la séve bien haut, puisque l'acide carbonique se dissoudrait dans la séve, ou s'échapperait par les pores du végétal, en supposant qu'il se formât dans son intérieur.

VII. LE POIDS DE L'ATMOSPHÈRE n'expliquerait pas mieux l'ascension de la séve, puisqu'il n'élève l'eau qu'à 10,28 mètres ou 32 pieds, & il y a des arbres quatre fois plus grands; la séve même réduite en vapeurs se résoudrait bientôt en liqueur, en s'appliquant aux parois de ces vaisseaux étroits, & elle retomberait, parce qu'il n'y aurait point de valvules pour la soutenir.

VIII. Delahire a imaginé l'hypothèse la plus vraisemblable. Il voit les plantes formées par une foule de fibres minces & longitudinales suivant la direction des racines, des tiges, des branches, &c. Il regarde ces fibres comme des tubes portant par-tout le fluide qu'ils reçoivent; ces tubes séparés se communiquent par une substance spongieuse & vésiculaire qui constitue le parenchyme;

il y a des vaisseaux ascendans & descendans qui ne diffèrent entr'eux que par des valvules placées en sens contraire, pour retenir dans les uns le fluide montant, afin qu'il ne redescende pas, & le fluide descendant dans les autres, afin qu'il ne remonte pas; alors l'expansion & la condensation de l'air, en agissant sur les vaisseaux, font marcher la machine par la compression plus ou moins forte des vaisseaux : mais les difficultés que j'ai montrées dans le systême de Malpighi, font crouler celui-ci, & l'impossibilité de trouver des valvules dans les vaisseaux des plantes, le renverse tout-à-fait : outre cela les racines placées dans le sein de la terre sont bien moins sujettes aux changemens de température que dans l'air, ce qui les rend peu propres à jouer leur rôle dans cette hypothèse.

IX. On a considéré les plantes comme des *corps spongieux* unis à des fibres ou à des vaisseaux humectés par leurs parties inférieures, humectant les autres de proche en proche, depuis l'extrêmité des racines des plantes jusqu'à leurs cîmes; comme une bande de drap très-longue se mouille dans toute sa longueur, quand elle trempe par

une de ses extrêmités dans un vase d'eau. Delahire fit des expériences sur ce sujet; il trouva qu'une bande de papier gris large de 1,3 centimètres ou 6 lignes trempant dans l'eau, se mouilla jusqu'à la hauteur de 1, 6 décimètres ou 6 pouces. Un tube ouvert de 6, 77 millimètres ou 3 lignes de diamètre, plongé dans l'eau après avoir été rempli d'éponge coupée en petits morceaux, se mouilla seulement à la hauteur de 2, 7 centimètres ou 1 pouce; l'eau ne s'éleva qu'à la hauteur de 2, 8 décimètres ou 9 pouces & 2 lignes dans un tuyau dont la moitié était remplie de papier tortillé, & au bout de 7 jours, à 4, 8 décimètres ou 18 pouces, dans un tube plein de papier non tortillé; l'alternative de la chaleur & du froid n'eut aucun effet sur cette expérience. Enfin on a cru que l'eau s'élevait dans les plantes comme dans une corde ou une étoffe. Ce dernier moyen pourrait avoir plus d'énergie qu'on a cru; j'en parlerai bientôt.

X. L'analogie supposée entre les animaux & les plantes, a fait croire qu'il y avait dans celles-ci une CIRCULATION semblable à celle qu'on observe dans les animaux; de manière

que les mêmes sucs feraient & referaient plusieurs fois le tour du végétal, en se renouvelant par les dépôts qu'ils laissent, & les sucs qu'ils reçoivent. Cette opinion paraît contredite par les faits.

Il y a des plantes qui végètent, quoiqu'elles ne puissent plus renouveler leur séve par leurs racines, comme les *cactus*, les *sedum* qui vivent plusieurs mois suspendus au plancher; comme les greffes qui se conservent en vie pendant plusieurs mois, après avoir été séparées de l'arbre qui les a produites; comme les boutures qui s'enracinent quoique leur séve puisse s'échapper par leur section; & comme les branches de *robinia*, qui végètent & fleurissent pendant deux mois sans racines. Mais en supposant cette circulation, on cherche la force qui la met en jeu; on se demande comment végètent les *crocus* qui donnent leurs tiges & leurs fleurs hors de l'eau? Les plantes marines, privées de racines, auraient-elles le principe moteur de leurs sucs, s'ils devaient nécessairement passer dans les racines? Comment la circulation s'établirait-elle alors dans les greffes & les boutures? Enfin, si l'on prend une

branche de ronce dont les sucs doivent circuler dans sa longueur, si l'on force cette branche à toucher la terre dans son milieu, cette partie s'y enracine; alors, si l'on coupe la ronce par sa base, la circulation se ferait avec la nouvelle racine dans un sens opposé à celui de la première, ce qui supposerait une organisation différente; il en sera de même pour toutes les plantes rampantes; mais il y a plus, les deux bouts de la même branche peuvent s'enraciner en même tems: ils aspireraient alors tous les deux l'eau par leurs racines; il faudra donc une organisation particulière pour cette double circulation; elle ne saurait au moins se faire de la même manière dans des cas aussi opposés.

L'hypothèse de la circulation de la séve n'est pas mieux prouvée que les autres; mais elle est également déconcertée par ce fait qui déconcerte toutes les autres. Dans l'hiver, un rosier hors d'une serre chaude, dont on introduit quelques branches dans l'intérieur, se couvre de feuilles & de fleurs, quoique les autres branches restées à l'air libre soient sans végétation dans une terre gelée. Ou bien un rosier placé dans la serre

ayant une branche qu'on fait sortir de la serre; les branches renfermées se couvrent de feuilles & de fleurs, & la branche qui est à l'air extérieur est comme si son pied avait été dans la terre gelée. Chaque bouton, chaque rameau semble isolé, il y paraît végéter indépendamment du reste de la plante; cependant ce rameau, ce bouton ne se développeraient pas, s'ils étaient séparés du végétal, & placés sans lui dans la serre; les fluides alimentaires sont-ils donc tirés de la terre gelée, de la racine refroidie ? La partie ranimée doit-elle sa vie à celle qui est dans un état de mort ? serait-ce par l'écorce seule que la végétation s'opère ?

Duhamel répéta cette expérience sur un cep de vigne, & il eut les mêmes résultats; la caisse du cep était à l'air libre; il fit passer le sarment dans la serre, de manière que son extrêmité pût encore repasser en dehors; il n'y eut que la portion renfermée qui végéta. La séve est donc dans la plante, la chaleur en développe les boutons, & les parties du sarment hors de la serre poussèrent ensuite dans le tems prescrit par la nature, comme s'il n'était rien arrivé aux par-

ties renfermées. D'où vient cette séve, quand la terre est gelée, serait-ce seulement la suction de la séve par la partie de la branche qui est dans l'atmosphère réchauffée ? Il est aisé d'imaginer ; mais ce qu'on imagine fourmille de difficultés.

On n'a pas examiné avec assez de soin les circonstances de cette expérience ; elle apprend toujours que la même séve peut développer dans le même tems les fleurs & les fruits, & que les organes élaborateurs l'approprient aux usages qu'elle doit avoir. L'état du développement du pédoncule & du germe détermine cette élaboration. Il eut été bien important d'anatomiser ces rameaux qui poussaient dans la serre, de suivre leur organisation dans la partie exposée à l'air, & de comparer cette dernière avec l'état des plantes semblables qui n'auraient point eu leurs rameaux enfermés dans une atmosphère plus chaude.

Enfin les greffes offrent, à ce qu'il me semble, un fait difficile à expliquer dans le systême de la circulation. Comment un anneau d'écorce enlevé à un arbre sur toute sa circonférence est-il remplacé par un

anneau semblable, enlevé à un autre arbre, ou à lui-même ? Comment se soude-t-il de manière que la plaie ne paraisse plus, & que l'arbre n'en souffre pas ? On ne peut guères imaginer que les orifices des vaisseaux coupés s'abouchent si bien par-tout, & s'unissent si rigoureusement, que leur tubulure soit par-tout continue, & que la circulation se fasse comme si elle n'avait pas été dérangée, sur-tout quand les écorces sont tirées d'arbres différens.

§. VIII. *Opinion de DESAUSSURE sur les mouvemens de la séve.*

Quand Desaussure eut lu le manuscrit de ma *Physiologie végétale de l'Encyclopédie méthodique*, il s'assura de l'insuffisance des moyens imaginés pour expliquer le mouvement de la séve, & il me donna dans le morceau suivant l'idée d'un mécanisme propre à rendre raison de ce phénomène ; on y reconnaît le génie & la sagacité de son auteur, & il a mérité l'attention de divers physiologistes.

Supposez un tube flexible dans une situation verticale, rempli de séve ou d'un fluide

depuis le bas, jusqu'à la moitié de sa hauteur. Supposez ce tube ouvert par ses deux extrêmités, & plongé dans l'eau par en bas. Le fluide qu'il contient s'écoulera & se mêlera avec l'eau; mais s'il se forme un étranglement dans la partie inférieure, il empêchera l'écoulement, & le fluide restera enfermé dans le tube; si le tube se resserre encore davantage immédiatement au-dessus de l'étranglement, le fluide sera chassé vers le haut, & si de proche en proche le tube continue à se resserrer, le fluide sera progressivement chassé jusqu'au sommet du tube. Si, lorsque le fluide aura été ainsi chassé à une certaine hauteur, l'orifice inférieur du tube se rouvre, tandis que la partie moyenne reste resserrée, l'eau dans laquelle plonge le tube, sollicitée ou par la pression de l'air extérieur, ou par la suction capillaire, entrera dans le vide qui vient de se former. Enfin au bout d'un certain espace de tems, le bas du tube se resserre de nouveau, & si ce resserrement va progressivement en montant, alors une nouvelle quantité de fluide sera portée vers le haut du tube. On peut ainsi concevoir comment la répétition de ces alternatives de contraction

&

& de dilatation peut chasser dans le même sens un fluide renfermé daus un tube élastique.

Si la contraction avait commencé par le haut, le fluide aurait été chassé vers la terre. Si dans un tube horizontal la contraction commence à droite, le fluide marchera à gauche & réciproquement. Tous les mouvemens des fluides végétaux soit ascendans, soit descendans, soit transversaux peuvent s'expliquer par la supposition d'une contraction & d'une expansion successive des vaisseaux qui les renferment; ou même, si l'on niait l'existence de ces vaisseaux, par de semblables mouvemens des fibres solides entre lesquels ces fluides sont renfermés.

On voit en même tems comment par un simple changement dans l'ordre des contractions, les mêmes vaisseaux qui faisaient marcher la séve dans un sens, peuvent aussi la faire marcher dans une direction opposée. Il est indispensable d'expliquer ce fait, puisque dans l'arbre qu'on plante à l'envers, les racines en l'air & la tête en terre, il faut bien que la séve prenne une direction contraire à celle qu'elle avait d'abord, & l'on ne peut

l'expliquer dans l'hypothèse des valvules à soupapes.

Je sais bien que ce mouvement alternatif n'a point été constaté par des observations ; mais, si on l'avait observé, ce ne serait plus une hypothèse; sa lenteur, sa ténuité peuvent le dérober à nos yeux : c'est ainsi que l'on ne peut observer la pulsation des artères dans leurs dernières ramifications; quoique personne n'osât affirmer que ce mouvement cesse dès le moment où l'on cesse de l'appercevoir : d'ailleurs il est bien certain que l'ascension de la séve est l'effet d'une puissance très-grande & très-active, puisqu'elle est capable non-seulement de surmonter la résistance du poids de la séve, mais la résistance encore plus grande du frottement dans des canaux aussi étroits; d'après les expériences de Hales, cette force ascendante équivaut encore au poids d'une colonne d'eau de 12,48 mètres ou 40 pieds, ce qui surpasse pourtant d'un quart celui de l'atmosphère. Or on sait quelle est la puissance des forces qui résultent des actions conspirantes d'un nombre immense de parties organiques.

Si l'on demande ensuite la cause de ces mou-

vemens de contraction & de dilatation, je répondrai que lors même qu'on ne pourrait point assigner cette cause, ce serait avoir fait un pas important pour la théorie de la végétation, que d'avoir réduit l'explication de tous les mouvemens des fluides végétaux à la découverte de cette cause; & cette assimilation des mouvemens des fluides végétaux avec celui des fluides animaux serait elle-même la source de nouvelles analogies & de nouvelles connaissances.

On sait outre cela que dans les animaux l'irritabilité est la cause du mouvement du cœur & de la pulsation des artères; on a trouvé dans divers organes des végétaux des preuves d'irritabilité. Pourquoi donc n'attribuerait-on pas à cette cause les mouvemens de contraction des vaisseaux & des fibres des plantes?

Il faudra donc supposer que les vaisseaux dans lesquels se meuvent les sucs des plantes sont irrités par le passage de ces sucs, & que cette irritation excite dans ces vaisseaux une irritation progressive. Ainsi, je me représente les orifices des vaisseaux absorbans soit des racines ou des feuilles, comme des bouches

ouvertes ; chacune de ces bouches se ferme par son irritabilité, dès qu'elle a été pénétrée par une certaine quantité d'atomes nourriciers ; quand elle a été une fois fermée, elle se contracte, & fait passer cette bouchée de nourriture dans l'intérieur de la plante. Un peu après que cette bouche s'est vidée & débarrassée du corps étranger qui l'arrêtait, elle s'ouvre de nouveau pour atteindre une nouvelle pâture.

D'après cette hypothèse, toute particule alimentaire absorbée par les vaisseaux extérieurs d'une plante, marche au dedans, soit vers le haut, soit vers le bas, soit horizontalement, suivant la direction du vaisseau qu'elle enfile. Si ce vaisseau après avoir atteint la cime la plus élevée se recourbe comme dans les nervures des feuilles ; la séve, après être montée avec ce vaisseau, suit sa courbure & redescend avec lui. Si un vaisseau après avoir fait un trajet quelconque dans la plante, vient aboutir au dehors, & que là il se termine dans une pointe fine qui puisse pourtant s'ouvrir à l'extérieur : ou en d'autres termes, si ce vaisseau est excrétoire, la force de contraction fait ouvrir momentanément

son orifice pour laisser passer au dehors la matière dont il est rempli.

Cette même force sert à conduire la séve par les filtres nécessaires à son élaboration, & à séparer les différens sucs, ou à les mélanger au besoin. C'est encore elle qui opère la circulation de tous ces sucs, soit de ceux qui sont renfermés dans la moelle, & dans les divers parenchymes des racines, des troncs, des feuilles & des fruits. Ces sucs doivent être en mouvement, au moins leur stagnation répugne à tous les principes de la bonne physique, & à tout ce que laisse appercevoir la physiologie animale.

Si donc la vie tient à un principe intime de mouvement, si ce principe établit une différence entre la plante vivante & la plante morte; quel genre de mouvement paraît mieux adapté aux végétaux que celui que je viens d'exposer? Il suffit pour expliquer leurs fonctions vitales, & il possède ainsi la simplicité & l'uniformité qui caractérisent cette classe d'êtres organisés. La mort de la plante tiendrait de cette manière à la cessation de cette irritabilité.

Mais ces argumens métaphysiques ne

sont pas satisfaisans; il fallait les appuyer par des expériences directes; il s'agissait de voir si les liqueurs irritantes produiraient quelque contraction sensible sur les vaisseaux des plantes. Je fis dans ce but des expériences sur les utricules du parenchyme & sur diverses espèces de vaisseaux; mais je n'en trouvai nulle part de plus distincts & de plus visibles que dans le chevelu des racines né dans l'eau, & sur-tout dans celui qui est le plus délié. Après avoir observé dans une goutte d'eau, avec un bon microscope, quelques brins de ce chevelu, j'y versai une goutte d'acide nitreux ou d'esprit de vin; mais je ne vis pas les vaisseaux se contracter subitement; cependant au bout de quelques minutes, je les trouvai froncés, racornis, & même rompus en divers endroits, par la contraction qu'avait causée la liqueur irritante. Il y aurait pourtant ceci de remarquable, que souvent les vaisseaux composant le corps de cette petite racine, paraissaient très-affectés; tandis que les vaisseaux absolument libres, cylindriques, isolés, simples, d'un quatre ou cinq-centième de ligne de diamètre, formant le chevelu

microscopique de cette racine ne paraissaient point altérés. Peut-être ces petits vaisseaux sont-ils d'une autre nature? Peut-être leur flexibilité rend-elle moins apparens les effets de leur contraction ?

Ces irritans agissaient plus promptement & d'une manière plus décisive sur les vaisseaux spiraux des plantes ; souvent en tenant sous l'eau l'extrémité d'une nervure, ou d'un pétiole fraîchement coupé à une feuille de rosier ou de tremble, qui flottait dans cette eau, on y voyait les spires de ces vaisseaux à demi déroulées; l'addition d'une goutte acide, ou alkaline, ou spiritueuse paraissait retirer, ou raccourcir ces vaisseaux, non en les tordant, mais en rapprochant leurs spires : cependant, cet effet n'est pas constant. Il serait curieux de voir ce sujet de cette manière ; d'autant mieux qu'on n'a point étudié l'irritabilité des plantes par cette voie.

Je tentai un autre moyen pour éprouver si les liqueurs irritantes contractent les vaisseaux des plantes. Je coupai un rameau de tithymale, j'attendis qu'il ne sortit plus de lait par la coupure; alors je le coupai un

peu plus haut, il rendit moins de lait; je répétai trois ou quatre fois cette opération, jusques à ce qu'il n'en rendit plus ou à-peu-près plus; alors je le plongeai dans l'esprit de vin en ne tenant en dehors que la partie coupée, & au bout de deux minutes, je recoupai cette extrémité, & il me parut qu'il en sortait plus de lait que lorsque je l'avais tenu dans l'eau; les liqueurs acides & alkalines ne m'ont pas semblé produire un effet aussi marqué; mais ceci éxigerait d'être suivi avec le plus grand soin.

Quant aux expériences de Hales & d'autres physiciens sur les lois de l'ascension de la séve, il ne serait pas difficile de montrer leur accord avec les lois de l'irritabilité animale qu'on connaît. Je remarquerai en particulier que la grande force ascensive produite par les premiers rayons du soleil, après la fraîcheur de la nuit, de même que la diminution, & enfin la cessation de cette force par l'ardeur continuée du soleil, montre comme dans les animaux, l'irritabilité restaurée par le repos, & l'atonie succédant au spasme; ce qui d'après Fontana & Girtanner, forme les caractères essentiels de ce principe de la vie animale.

Cette explication est non-seulement parfaitement d'accord en elle-même, mais encore dans ses rapports avec tout ce qu'on sait de la physiologie végétale, ce qui doit la recommander à l'attention des physiciens. Il me semble que si les choses ne sont pas comme elles sont dépeintes ici, on peut au moins les concevoir de cette façon ; mais dans l'article suivant j'aurai l'occasion d'examiner les fondemens de cette théorie.

§. IX. *Nouvelle hypothèse sur l'ascension de la séve.*

L'hypothèse que je vais proposer n'est peut-être qu'une nouvelle erreur, mais comme elle m'a paru propre à expliquer un grand nombre d'effets, & qu'elle est sujette à moins de difficultés que les précédentes ; j'ai cru convenable de la faire connaître.

J'ai prouvé que la suction des végétaux se fesait seulement par leurs fibres ligneuses ; ce qui me semble exclure toute espèce de mouvement de la fibre dans cette opération, lors même que les fibres seraient irritables ; puisqu'elles sont enchaînées dans les arbres & dans les herbes par tous leurs points. L'action des utricules sur les fibres ne me paraît pas plus probable, dans le parenchyme tout se tou-

che, & quand on n'y trouve pas une matière solide ; on y rencontre toujours une matière résistante qui en remplit les intervalles ; d'ailleurs les utricules paraissent recevoir les sucs amenés par les vaisseaux lymphatiques, de sorte qu'ils pourraient avoir la propriété qu'on leur assigne sans contribuer à l'ascension de la séve.

J'ai donc cherché les causes de l'ascension de la séve dans la faculté des fibres ligneuses pour sucer l'eau, & dans les modifications qu'elles éprouvent par la chaleur. Ces propriétés sont démontrées par mille expériences. On fait des hygroscopes avec du bois mort, on voit monter l'eau dans les rameaux des plantes coupées. Le pyromètre montre l'allongement & l'élargissement des bois par la chaleur ; les grandes chaleurs comme les grands froids, font éclater les bois dans les forêts. J'ai appris, l'an VI de la République, par mes expériences, que les parties ligneuses des plantes favorisaient la suction des rameaux verts auxquels on en conservait quelques parties.

L'affinité des parties de l'eau entr'elles & leur tendance à s'unir lorsqu'elles sont voisines, sont des faits importans dans cette théorie.

Il me paraît indifférent d'avoir des vaisseaux ou des fibres pour l'ascension de la séve ; il est peut être plus conforme aux observations anatomiques, de n'admettre que des fibres solides ; on n'imagine guères des vaisseaux dans le centre d'un chêne, où ils n'auraient aucune souplesse, et où ils ne sauraient en tirer parti, s'ils en avaient : mais comme on voit monter l'eau dans les cordes, ou les étoffes mouillées faites avec des fils tordus, il est possible que la séve monte de même dans les fibres végétales, & comme on peut voir l'eau s'élever par ce moyen à toutes les hauteurs, quand les cordes ou l'étoffe ont été une fois humectées, on peut aussi voir de même la séve monter par ce moyen à la cime des plus grands arbres. Les fibres ligneuses sont assez rondes ; elles ne sont point unies, elles laissent apperçevoir une suite d'anneaux placés près les uns des autres, qui annoncent autant de mailles particulières, & qui font voir dans ces fibres une organisation réticulaire. Ces anneaux peuvent servir d'échelons & de soutiens à l'eau qui s'élève. On sait que les vaisseaux contiennent des poils qui peuvent remplacer ces inégalités dans les tu-

bes, s'il y en avait pour porter la séve. Enfin la communication étroite des fibres ou des vaisseaux lymphatiques avec les utricules du parenchyme, pourrait encore favoriser cette ascension de la séve en la soutenant, lorsqu'elle est montée.

L'eau pourra donc s'élever ou dans le réseau des fibres, ce qui me paraît le plus probable, ou entre les fibres, si l'on peut supposer des espaces vides. Il faut pourtant admettre un systême vasculaire proprement dit pour les sucs propres, l'observation ne laisse au moins aucun doute sur son existence.

L'humidité qu'on remarque dans toutes les fibres ligneuses des arbres les plus gros, est produite par une eau qui y est hygroscopiquement combinée; elle n'est jamais coulante que dans quelques cas particuliers, comme dans le tems des pleurs où elle est singulièrement abondante, & dans le tems de la pleine séve où elle humecte les doigts qui touchent les fibres ligneuses; par la même raison, cette eau est plus perceptible dans les herbes qui sont plus succulentes; mais le problême n'est pas plus difficile à résoudre; une corde humectée rendra d'autant plus d'eau,

qu'elle sera plus mouillée dans le vase où elle plongera, & que les circonstances favoriseront davantage son ascension.

Tout ce qui contribue à dessécher l'extérieur des plantes, & à diminuer leur humidité favorise son remplacement, comme le vent, la chaleur, la lumière du soleil, une plaie faite soit par l'art, soit par les insectes. On sait qu'une partie d'un hygromètre humectée ou desséchée, communique son humidité ou sa sécheresse aux autres; de même une partie de fibres ligneuses humectée ou desséchée, humecte ou dessèche la fibre entière; il résulte de là que les fibres ligneuses sont susceptibles de l'humectation & du desséchement des fibres hygroscopiques; que la chaleur agit pour les dilater ou contracter, varier l'intensité de leur humidité, & produire des mouvemens continuels, qui occasionnent la fente des bois par le tiraillement des fibres, lorsque ces agens déploient leur force avec une grande énergie. L'humectation de la plantule est complète, les sucs qu'elle renferme, ceux qu'elle reçoit par la cicatricule, & les cotylédons entretiennent cette humidité; la plantule s'augmente alors proportionnelle-

ment à son développement par l'assimilation des matières nourricières qu'ils lui fournissent ; la partie qui se développe, s'humecte par le contact des parties humectées ; de sorte que s'il n'y avait point d'évaporation, & que les racines fussent toujours humides, toutes les parties de la plante qui se développeraient seraient pénétrées des sucs renfermés dans les parties humectées. Un gros billot de marronnier ayant 1,29 mètre de hauteur ou 4 pieds, coupé au collet de la racine avant l'été, reposant sur une place humide par une de ses sections, & garanti de l'action immédiate du soleil, végéta vigoureusement jusqu'à la fin de l'automne. Les boutures placées en terre dans un tems convenable, végètent ; divers arbres & sur-tout les saules plantés en terre la tête en bas, dans un lieu humide, végètent encore fort bien ; il paraît donc que la seule communication que peuvent avoir avec l'eau des fibres ligneuses, qui n'ont point été desséchées, y entretient le cours de la séve, lorsque leur organisation est saine.

Les plantes exposées à l'air & à la lumière évaporent par leurs feuilles une grande quantité d'eau qui dessécherait bientôt la plante,

si elle ne pouvait la remplacer par ses feuilles & ses racines; mais la plante croît, il faut humecter ses parties développées, & pourvoir à son développement tant qu'elle en est susceptible.

Les fibres ligneuses s'humectent par une affinité hygroscopique, très-différente d'une affinité de combinaison. Les extrémités des fibres ligneuses sont placées par les racines dans une terre humide, & par les feuilles, dans un air plus ou moins plein de vapeurs. Quand l'air est sec, les feuilles rendent surtout pendant le jour, l'eau qu'elles ont reçue par les racines; cette eau ou la séve élaborée par les organes du végétal, augmente son volume par les dépôts qu'elle y laisse; son superflu s'évapore, & la plante desséchée périrait, si cette eau alimentaire ne lui était pas rendue. Un arbre dépouillé de feuilles se dessèche plus tôt après avoir été coupé, que lorsqu'on les lui laisse; tout comme un arbre effeuillé tire moins d'eau dans la terre, que lorsqu'il les a; cependant si les végétaux possédaient la faculté suçante indépendamment de leur faculté hygroscopique, ils suceraient également l'eau dans tous les momens

du jour & de la nuit, comme dans toutes les saisons. Hales a vu les branches privées de leurs feuilles tirer seulement un douzième de l'eau tirée par les plantes dans leur état naturel, & peser davantage le soir que le matin, tandis que les branches feuillées qui avaient tiré beaucoup plus d'eau pendant le jour, pesaient moins au coucher du soleil; mais on comprend qu'elles avaient plus dépensé qu'elles n'avaient reçu.

En supposant la plantule humectée dans toutes ses parties, ce qui doit être, puisqu'elle vit, le fluide qu'elle contient se mêle avec celui qui est produit par la germination au moyen de la communication établie entre la plantule & les cotylédons. La radicule animée d'abord par le fluide nourricier s'allonge; le suc des cotylédons remplit l'espace vide, formé par son développement, & le dépot de la matière nourricière; quand la radicule commence à se nourrir par sa partie extérieure, ou quand elle tire à elle les sucs qui la touchent, le suc des cotylédons encore abondant se répand dans la plumule, après s'être mêlé avec les sucs que la radicule commence à pomper; déjà la plumule sort de terre & les

sucs

sucs l'accompagnent dans son développement par l'affinité hygroscopique, & celle des parties du fluide entr'elles : mais quand elle est hors de la terre, l'évaporation commence, elle entraîne une grande quantité de fluide qui dessécherait bientôt cette plante dans l'enfance, si elle n'était pas d'abord remplacée ; alors les racines par leur affinité pour les sucs contenus dans la terre se remplissent, à mesure que l'évaporation déplace quelques atomes aqueux dans un endroit de la plante, parce que les fibres plus desséchées dans cette partie, attirent à elle l'eau qu'elle vient de perdre, & la quantité d'eau ou d'humidité reste à-peu-près la même par-tout, quand les racines peuvent fournir autant d'eau que les feuilles en vaporisent. On conçoit ainsi pourquoi les fibres ligneuses sont si fort divisées dans les feuilles : on voit pourquoi l'évaporation est proportionnelle à la suction, & celle-ci en raison de l'évaporation ; on sent comment il est impossible de supprimer l'une d'elles, sans arrêter la vie de la plante, ou la rendre languissante ; on s'apperçoit que tout ce qui favorise l'évaporation, détermine aussi la suction, parce que les fibres hygroscopiques tendent à l'é-

quilibre, & que le desséchement d'une partie force l'humidité de s'y répandre. On découvre comment les sucs se communiquent horizontalement, latéralement, perpendiculairement & en particulier comment les plantes dont la tête est enterrée peuvent y végéter, puisque les affinités hygroscopiques des fibres s'exercent en tout sens, comme celles des parties du fluide entr'elles. Enfin, car il faut finir ces détails qui me paraissent inutiles; on découvre ici pourquoi les plaies faites à une plante y attirent les sucs, puisqu'elles sont la cause d'un écoulement ou d'un desséchement des fibres, qui ne pourrait subsister sans rompre l'équilibre hygroscopique. Il me paraît que ce mécanisme très-simple, fondé sur les lois générales de la nature, ou plutôt sur les rapports connus de quelques substances avec celles qui composent les végétaux, & animé par la force que lui donne la chaleur qui augmente l'énergie de ces affinités, qui dilate les fibres ligneuses, qui rend leurs inégalités plus puissantes en augmentant leur volume, fait marcher la plante pour remplir les phases de son histoire, pendant toute sa vie.

Encore un mot important sur ce mécanisme: les racines spongieuses & très-poreuses, offrent des portes à l'eau pour les pénétrer, & des réservoirs pour la conserver, en sorte que les fibres des racines sous la terre sont toujours plus ou moins humectées Les fibres ligneuses privées de l'eau qu'elles ont hygroscopiquement prise par une cause quelconque, attirent l'eau des parties voisines, comme on le voit dans tous les hygromètres, ou les cordes mouillées dont on dessèche une partie; ces parties moins humectées ont alors plus d'affinité avec l'eau, que celles qui en contiennent davantage; aussi les premières enlèvent aux autres parties qui les touchent, l'eau qui y abonde, ce qu'on observe dans les plantes, depuis leur cime jusques à leurs racines.

On trouvera cette hypothèse plus vraisemblable, si l'on pense que l'ascension de la séve est indépendante des racines, des tiges, des branches, des rameaux, des feuilles; puisque la plante entière, comme celle qui est privée de ses racines, ou ses branches seules, ou ses rameaux seuls, ou une feuille avec son pétiole a également cette faculté suçante, lorsqu'on la plonge dans l'eau: si donc l'action de

la racine, celle des branches, de la tige n'ajoute rien à la partie isolée, comme je l'ai prouvé, il faut que cette propriété suçante dépende de quelque chose qui lui soit particulier, & qui convienne également à toutes les autres parties isolées ou réunies ; mais comme l'écorce ne tire point d'eau, & que les fibres ligneuses se colorent par les injections, il faut encore que ces fibres ligneuses aient seules cette propriété suçante dans toute la plante, & qu'elles l'aient indépendamment de toutes les autres parties, puisqu'elles la déployent, quand elles sont séparées. Un rameau fané reverdit même, lorsqu'il est plongé par sa section dans l'eau, quoiqu'il n'y ait point d'autres causes apparentes de cet effet, que la suction & l'évaporation. Il est bien probable que l'action seule hygroscopique & thermométrique rend presque indifférent le passage de la séve dans les plantes par leurs têtes ou par leurs racines ; & si les rameaux dépouillés de feuilles tirent un peu moins quand ils plongent dans l'eau par le petit bout, que par le gros, c'est sans doute parce que le nombre des vaisseaux plongeans y est plus petit.

Mais comment ces fibres ont-elles cette

propriété ? je l'ignore, je sais seulement par l'expérience que collectivement & séparement, elles ont de l'affinité pour l'eau, & qu'elles la déployent d'une manière qui n'est pas équivoque; on trouve toujours humide la section des arbres mêmes qui sont les plus durs. Je sais outre cela que la chaleur les dilate & que le froid les contracte. Je sais encore que des fibres végétales, isolées ou réunies tirent l'eau, quand elles sont fraîches, comme lorsqu'elles sont séches ; que les feuilles artificielles faites avec de la toile, & plongeant dans l'eau par un pétiole de toile, ont tiré l'eau comme les feuilles naturelles, & qu'elles ont offert à cet égard, les mêmes phénomènes de suction & de transpiration ; de sorte que comme on ne saurait imaginer un systême vasculaire dans les arbres, qui déploie un certain mouvement pour produire ces effets, parce que les fibres & les vaisseaux sont enchaînés dans les troncs & les branches; parce qu'ils y sont condamnés à un état qui ne leur permet ni contraction ni dilatation continuelle dans leur intérieur ; puisque les fibres ou vaisseaux perpendiculaires ne laissent appercevoir aucun étranglement, & qu'ils sont d'une rigidité com-

plete; je ne puis attribuer l'humidité que je trouve sur leurs sections après les avoir sciées, qu'à un phénomène hygroscopique qui peut en rendre raison, ou à quelque autre moyen qui n'est pas encore connu. Je dois rappeller ici que j'ai vu souvent les rameaux terminés par une section ligneuse, tirer plus d'eau que ceux qui étaient entièrement verts & herbacés.

On pourra me demander, pourquoi les tiges & les rameaux des plantes terrestres périssent dans l'eau qui devrait les nourrir. J'observerai d'abord qu'ils n'y périssent pas tous; il y a plusieurs plantes herbacées terrestres qui y végètent fort bien. Duhamel a conservé un chêne dans l'eau pendant huit ans; d'ailleurs la constitution des plantes terrestres est telle, que leur habitation dans l'eau leur devient nuisible, & on les voit souffrir en terre dans les années pluvieuses. Enfin la séve n'est pas l'eau pure; l'eau appliquée en masse sur la section du rameau la dissout & l'altère, & l'on s'en apperçoit par la diminution que sa suction éprouve.

On explique mieux dans cette hypothèse le phénomène des boutures, que dans toute autre; on comprend que la séve peut monter

dans le rameau planté en terre au travers des fibres ligneuses, comme elle y monte dans l'eau pure; que cette séve s'élabore dans les feuilles, & développe des racines de même que des bourgeons, comme je l'ai vu dans l'eau avec des rameaux de menthe & des sarmens de vigne; c'est un phénomène semblable à celui du billòt de maronnier, que j'ai décrit.

On prend une idée de la manière dont le rameau de rosier fleurit dans la serre, tandis que sa tige est dehors sans feuilles durant l'hiver; la chaleur & l'humidité de la serre dilatent les boutons, & leur fournissent l'aliment qui leur était nécessaire pour se développer; cette humidité pénètre l'écorce, s'insinue dans les vaisseaux, gagne les pétioles des feuilles, rentre dans les pédoncules des fleurs, & fournit tous les phénomènes de l'été, pendant que le pied de la plante qui porte ce rameau est dans la glace, & condamné à une existence léthargique.

Pourquoi les plantes desséchées ne reprennent-elles pas la vie, quand elles l'ont perdue, lorsqu'on les met dans l'eau, puisqu'elles conservent leur organisation? J'observe d'abord qu'il y a quelques plan-

tes auxquelles on attribue cette propriété, comme les mousses, les lichens ; on voit l'effet de l'ascension de l'eau dans la tige de *l'anastatica hiericuntina* qui refleurit, lorsqu'on la plonge dans ce fluide, au bout de plusieurs années. Toutes les plantes fanées se raniment quand on les humecte, mais quand elles sont complétement desséchées, elles ne réssuscitent plus, quoiqu'elles conservent leur faculté hygroscopique, mais l'organisation vasculaire a été altérée, l'union des vaisseaux lymphatiques avec les vaisseaux propres est rompue; peut-être ces vaisseaux ne s'ouvrent plus; peut-être sont-ils obstrués par les sucs résineux qui se sont desséchés & que l'eau ne saurait dissoudre; peut-être aussi la colonne du fluide est-elle rompue. Enfin les plantes sèches n'ont plus de feuilles, ou si elles en conservent quelquesunes, elles sont sèches de même que les boutons : on sait que ces organes transpirateurs sollicitent sur-tout la suction des tiges & des racines, & que les branches ou les rameaux ne tirent presque plus d'eau, quand ils en sont privés. J'ai parlé de la désorganisation des plantes sèches ; il est aisé de s'en faire une idée, quand on

pense aux tiraillemens que doivent éprouver ces frêles vaisseaux, quand ils passent de l'état d'humidité où ils sont, lorsqu'ils ont leur pleine vie, à celui où il se trouvent quand ils sont parfaitement secs; aussi dans les plantes fanées les branches, les rameaux qui reprennent les premiers leur vigueur sont ceux qui sont le plus près de leur section plongée dans l'eau, ou le plus près de la terre arrosée où ils sont plantés.

Si l'on suppose que le mouvement soit nécessaire pour déterminer encore l'ascension de la séve, ce qui ne me semble pas indispensable; on en trouve les causes dans les variations nuancées de la chaleur & du froid qu'on remarque sur les thermomètres logés dans le bois des arbres.

Je communiquai à Desaussure quelques idées de cette théorie, long-tems avant que je l'eusse amenée au point de maturité où elle est; il me fit des objections qui me parurent d'abord très-fortes; je suis d'autant moins éloigné de les dissimuler, qu'il approuva leurs solutions, quoique la seconde ne me sembla pas complète.

Les plantes subaquées qui végètent dans

l'eau ne peuvent évaporer la partie aqueuse de la séve qu'elles ne sauraient élaborer pour en faire leur nourriture. J'observe d'abord que la constitution organique de ces plantes est accommodée au milieu où elles doivent vivre ; il faut reconnaître ensuite que comme elles se développent, il faut remplir de sucs la partie développée ; s'il n'y a pas de l'eau évaporée, le gaz acide carbonique dissous dans l'eau doit se décomposer, & les 72 pour cent de cet acide, combinés avec le calorique, forment le gaz oxygène qui s'échappe ; mais il y a plus, l'expérience m'a appris que si les plantes exposées au soleil sous l'eau tirent beaucoup moins d'eau que lorsqu'elles sont à l'air, elles en tirent pourtant une quantité remarquable : de sorte que comme les plantes perdent au moins l'acide carbonique qui est une partie de la substance qu'elles ont sucée, elles font alors un vide qui doit être remplacé ; la partie de l'eau & des corps qu'elle a dissous, forme un nouveau vide en nourrissant la plante, qui fait une place pour une nouvelle portion d'eau ; enfin, pourquoi les plantes ne transpireraient-elles pas sous l'eau ? si les

gouttelettes arrivent à l'orifice des vaisseaux des feuilles, pourquoi ne seraient-elles pas emportées par l'eau qui les baigne ? Les hyacintes de Gouffier qui transpirent dans l'air, végètent fort bien quoiqu'elles aient leurs feuilles sous l'eau ; mais elles y rendent beaucoup de gaz oxygène, & elles y évacuent sans doute encore une partie de l'eau qu'elles y boivent, puisque cette eau ne croupit pas dans leurs vaisseaux, puisque leur parenchyme ne souffre pas, & puisqu'on n'apperçoit pas une eau surabondante dans leurs mailles.

La seconde objection qui me paraît la plus forte, est tirée du phénomène présenté par les pleurs de la vigne. Ils élèvent la séve à 12, 23 mètres, suivant l'expérience de Hales ; certainement les propriétés hygroscopiques & thermométriques des fibres ligneuses ne sauraient produire cet effet, en les combinant avec l'évaporation qui peut se faire à la surface des plantes, dans ce moment sur-tout, où il n'y a point de feuilles. Cette objection me frappa si fort qu'elle me fit oublier mon hypothèse ; mais en y réfléchissant, je trouvai le phénomène des pleurs

tout-à-fait différent de celui de l'ascension de la séve dans les autres plantes & même dans celles qui ont la faculté de pleurer.

Ces différences sont remarquables par la grandeur des effets & la quantité d'eau produite ; par la route des pleurs qui semblent monter & descendre ; par son élaboration qui est bien moindre dans les vaisseaux propres ; les plantes qui pleurent n'ont point de feuilles, la vigne même à qui on les ôte en été, ne pleure pas, & ses rameaux, loin de porter alors la séve en avant, absorbent l'eau où on les plonge ; par son influence, la perte de la lymphe fatigue les plantes, celle des pleurs ne leur cause aucun mal ; par le tems où les pleurs coulent, quand le thermomètre est un peu au-dessus de zéro, souvent même, quand il est au-dessous, on voit ce fluide s'échapper, comme on l'observe dans l'*acer saccharifera*, quoiqu'il n'y ait point alors de végétation sensible ; par les circonstances, la végétation se fait plus ou moins bien dans toutes les positions ; mais un sarment exposé au soleil pleure tandis qu'un autre sarment du même cep qui est à l'ombre ne pleure pas. Les branches végétantes absor-

bent l'eau où on les plonge par leurs petits bouts, & les branches pleurantes la repoussent par le fluide qui en sort. Enfin il n'y a que quelques plantes qui pleurent, ce qui suppose une organisation & une production particulières.

Ces différences peuvent pourtant être ramenées à la formule générale de l'ascension de la séve; la chaleur influe sur la sortie des pleurs hors du bois que le soleil éclaire en dilatant ses parties, les tiraillemens des fibres produits par ces dilatations, peuvent former des espèces d'utricules où l'eau attirée par leur faculté hygroscopique se rassemble, & d'où ces tiraillemens peuvent la conduire vers les points les plus réchauffés, qui sont les moins résistans. Ces dilatations & ces contractions successives rendent l'effet continu; s'il se prolonge pendant la nuit, c'est lorsqu'il a commencé au soleil pendant le jour, & lorsque la nuit n'est pas bien froide; mais alors la quantité des pleurs est beaucoup plus petite.

Il faut observer encore que l'eau qui s'échappe d'abord de la vigne, n'ayant presque souffert aucune élaboration, doit avoir

par conséquent été peu retardée dans sa route. Si la séve, suivant Hales, a beaucoup plus de vîtesse en entrant dans la plante, que lorsqu'elle en sort, c'est parce qu'elle est arrêtée dans le parenchyme des feuilles; au lieu qu'au printems elle est moins épaisse, elle n'éprouve pas à beaucoup près autant d'obstacles, & elle doit perdre peu de la vîtesse qu'elle avait à son entrée.

S'il fallait rendre raison de cette force qui élève la séve à 12, 23 mètres; je dirais d'abord que je ne la comprends pas, sur-tout, quand je la vois en équilibre avec la frêle enveloppe qui couvre la partie supérieure des branches qu'elle ne peut percer; ou avec les tendres boutons qu'elle ne peut traverser, quoiqu'elle remplisse les organes délicats des feuilles & des fleurs; mais on est bien plus étonné, quand on observe cette séve dans l'impossibilité de repousser la pellicule gommeuse, que l'évaporation forme sur la section des sarmens; de manière qu'il faut faire au-dessous une nouvelle section pour voir recommencer les pleurs : aussi, quand je considère que l'effort des pleurs ne peut surmonter ces faibles obstacles; je suis pres-

que porté à croire que quelque accident, dans l'union des tubes, a donné lieu à une erreur dans cette expérience de Hales; on sait au moins qu'une fente très-petite dans les tuyaux de pompe y tient l'eau élevée beaucoup au-dessus du point où elle peut ordinairement s'élever. Enfin on observe véritablement à cette époque, dans les boutons & à la surface de la plante, une évaporation particulière. Je terminerai ces considérations en remarquant que la quantité d'eau qui s'échappe d'un cep par l'évaporation, lorsqu'il a ses feuilles, est au moins équivalente à celle que les pleurs font couler, comme on aura pu le voir dans le chapitre où j'ai parlé de la transpiration. Si la séve ne coule plus alors avec la vélocité qu'elle a au printems, c'est peut-être parce que la séve plus élaborée & plus épaissie, est plus arrêtée dans les vaisseaux qui la renferment.

§. X. *Conséquences générales.*

Au milieu de tous ces doutes, il paraît clairement que la séve aqueuse monte de la terre au travers des racines & des fibres

ligneuses, mais que les sucs propres redescendent par les vaisseaux propres qui sont dans l'écorce. Si cette séve monte avec abondance, il faut bien que celle qui descend, soit une partie de celle qui est montée; d'ailleurs, comme on sait que l'eau transpirée n'est qu'une partie de l'eau aspirée, il faut nécessairement que le fluide descendant soit une partie du fluide ascendant. Ce fluide descendant est à la vérité différent de celui qui en est la source; mais cela doit être, puisqu'il a perdu une grande partie de l'eau pure qu'il contenait, & puisque la terre, le carbone, l'hydrogène, l'oxygène, l'azote ont formé les sucs propres par leurs mélanges. Le parenchyme est le laboratoire où ces changemens s'opèrent; c'est vraisemblablement dans les feuilles & dans l'écorce que les fibres ligneuses s'anastomosent avec les vaisseaux propres; au moins le lait du tithymale ou son suc propre est coloré par la teinture du *phytolaca* faite avec l'eau qui monte au travers de ses fibres ligneuses, en sorte qu'elle ne communique avec le suc propre, que par le moyen des feuilles, & c'est là seulement qu'il peut être coloré; on fait

fait la même expérience avec la violette. Il parait que la séve se meut plus librement dans les parties vertes ou les jeunes pousses que dans les autres; que la moelle peut être nourrie par le parenchyme qui alimente les autres organes de la plante; enfin, que le mouvement de la séve varie pour la vitesse dans les différentes espèces.

§. XI. *Observation d'un genre de circulation dans quelques plantes.*

Corti a découvert une circulation dans les sucs de la *chara*: cette plante est un assemblage de petites tiges creuses, cylindriques & transparentes; ces petits tubes sont articulés ensemble, & séparés par de petits diaphragmes composés d'une membrane très-mince; on n'apperçoit point de communication entr'eux; chacun est rempli par un fluide, où l'on voit nager des corpuscules vésiculaires, qui s'élèvent du bas du tube vers le haut, en suivant une ligne parallèle à l'un des côtés; mais parvenus au haut du diaphragme, ils redescendent parallèlement à l'autre côté du tube, & quand ils sont

arrivés au bas, ils recommencent à monter : la force qui agit sur les corpuscules, n'agit que sur cette partie du fluide, où ils se trouvent, & elle conserve seule le mouvement. Fontana a prouvé que ce mouvement n'était pas l'effet de l'irritabilité, parce que la *chara* n'en donnait aucun signe.

On n'apperçoit dans l'intérieur de cette plante ni fibres, ni vaisseaux; chaque tubule a sa circulation propre, qui est uniforme; cette circulation cède pourtant à l'agitation communiquée à la plante, alors tous ces corpuscules se brouillent, ils reprennent cependant leur place avec le repos, & la circulation se rétablit comme auparavant; mais elle ne se fait pas dans le vide. Corti n'a point vu comment la séve traverse les racines pour arriver au sommet de la plante, il croit qu'elle passe au travers des diaphragmes qui séparent les tubules, & il ignore la nature des corpuscules nageans dans ce fluide.

La renoncule des prés, la fève, la mauve, trente espèces de plantes différentes ont donné ce spectacle singulier.

§. XII. *Phénomène remarquable, observé par Coulomb.*

Les arbres commençaient à végéter; les feuilles paraissaient; un arbre coupé rès-terre rendait un son pareil à l'air qui s'échappe hors d'un fluide, un écoulement d'eau suivait ce bruit qu'on entendait seulement lorsque l'arbre était à moitié coupé; l'arbre ne tenait presque plus sur sa section, lorsqu'on vit sortir autant d'air que de fluide : tel fut le spectacle que Coulomb, ce physicien célèbre par ses recherches originales sur l'électricité & le magnétisme, observa le premier, & qui lui fit soupçonner que la séve montait vers l'axe médullaire.

Coulomb, en faisant percer des peupliers, remarqua que la mèche dont on se servait, n'était humide qu'à environ 1,353 centimètres ou 6 lignes du centre; quand l'axe était percé, l'eau sortait avec abondance, & l'on entendait un bruit continuel de bulles d'air: ce bruit a toujours été entendu pendant l'été dans des arbres percés; il était le plus grand quand le soleil était le plus vif, & quand

la transpiration était augmentée; il était presque nul pendant la nuit.

Il paraîtrait de là que la circulation se fait dans les parties voisines du canal médullaire, & dans les prolongemens médullaires, où sont placés les boutons, puisque tout communique avec l'axe de l'arbre. J'observerai néanmoins que j'ai vu des sections d'aunes très-gros, fraîchement coupés au printems, qui étaient humides dans toute leur surface; mais sur-tout dans le voisinage de leur axe. On sait aussi que les prolongemens médullaires s'oblitèrent & s'effacent avec la moelle dans plusieurs espèces d'arbres, lorsqu'ils ont acquis quelque grosseur, & que les injections colorées se manifestent dans toute la partie ligneuse.

Cette expérience extrêmement curieuse, mérite bien d'être étudiée & variée par son illustre auteur; mais je ne crois pas qu'elle instruise beaucoup sur le mouvement de la séve; elle montrera toujours qu'une substance gaseuse s'élève avec la séve, & mes expériences désignent l'acide carbonique.

CHAPITRE VIII.

De la nutrition des plantes.

Les êtres organisés ont besoin des autres êtres qui les environnent pour opérer leur développement, le soutenir quand il est achevé, & amener par des nuances insensibles la fin de leur existence, quand ils commencent à décheoir.

L'analyse des plantes en montrant leurs composans, semble indiquer d'abord les sources de leur nutrition ; mais comme elles décomposent les alimens qui les pénètrent pour former de nouvelles combinaisons, on est peu instruit sur ce sujet ; de sorte qu'il faut chercher dans les élémens mêmes de leurs combinaisons, la nourriture qu'ils ont reçue. L'analyse moderne les offre dans les terres, le carbone, le calorique, l'oxygène, l'hydrogène & l'azote ; on ignore s'il y a d'autres principes élémentaires des végétaux, mais on peut avec ceux-là établir une théorie végétale.

On s'apperçoit bientôt que les plantes ont des rapports immédiats avec la terre, l'eau, l'air, le carbone, la lumière, la chaleur &c.; que c'est aux dépens de ces substances, que les plantes passent de l'état obscur où elles sont dans le germe, à celui de leur perfection, de l'état microscopique de la plantule, à celui du chêne qui balance sa tête dans les airs; c'est en incarcérant dans leurs mailles sous diverses formes, quelques portions de ces particules alimentaires, qu'on leur voit parcourir les différentes parties de leur histoire, & comme les vieux végétaux en contiennent une plus grande quantité que les jeunes, il faut reconnaître qu'ils ont fait passer dans leur substance une beaucoup plus grande quantité de ces matières que ceux qui ont moins vécu.

Il ne suffit pas que ces matières pénètrent dans les mailles des végétaux pour les nourrir; ils faut qu'elles s'assimilent à leur nature particulière, en s'incorporant avec les mailles du réseau primordial existant dans le germe. C'est cette assimilation seule qui opère le développement de la plante, sa conservation & ses propriétés.

La nutrition suppose donc une organisation vasculaire composée de vaisseaux plus ou moins fins, où s'élaborent les alimens sucés par les plantes. Le problême du développement des animaux, est à divers égards le même que celui du développement des végétaux ; il faut faire passer dans la substance des uns & des autres, des matières qui sont très-différentes en apparence, & comme cela ne peut s'opérer que par des préparations préliminaires, il doit y avoir des organes où elles puissent se faire ; mais on voit bien que ces organes doivent varier, comme les produits des différentes espèces de plantes, Le suc rafraîchissant de la groseille & la liqueur meurtrière de l'aconit, ne sauraient être préparés de la même manière, quoiqu'ils paraissent composés des mêmes élemens : l'altération des organes occasionne des changemens dans leurs sucs, comme on l'observe dans les fruits blessés. La greffe montre sur-tout l'influence de l'organisation, puisqu'elle aproprie pour le développement du pêcher, les sucs tirés par les racines du prunier.

L'analogie conduit à admettre cette variété

d'organisation dans les différentes espèces de plantes ; s'il y a des organes particuliers pour élaborer les différens sucs dans le même individu, on est bien porté à croire qu'il y en a aussi qui sont modifiés particulièrement pour former les sucs des différens végétaux : les nectaires ne ressemblent pas plus au parenchyme, que les sucs qu'ils produisent, ne sont semblables entr'eux ; de même les organes des plantes graminées ne sauraient être rigoureusement ceux de la jusquiame. Enfin on remarque des organes propres à préparer certains sucs, qu'on ne trouve jamais que dans les mêmes parties, comme l'huile éthérée de l'écorce d'orange & de la canelle ; il en sera de même pour toutes les espèces de résine & de mucilage. On ne peut s'empêcher d'admettre cette opinion, quand on voit tous les végétaux nourris par le même aliment ; il faut donc que la différence des produits soit le résultat de la différence des combinaisons. Une ente prise sur un arbre est nourrie par les sucs d'un autre, mais le bourrelet qu'elle forme assimile à la greffe du pêcher, la nourriture destinée pour l'amandier.

J'ai fait voir que les plantes tiraient un fluide

de la terre, qu'il parcourait tous leurs organes, qu'il s'en échappait une grande partie, qu'il sortait du gaz oxygène de leur substance verte au soleil, & j'ai conclu que les matières solides & fluides étaient les produits de la décomposition de l'eau & de l'acide carbonique, & de la combinaison du carbone avec les gaz hydrogène, azote, oxygène & la terre que la séve paraissait former; mais j'ai vu aussi que ces matières solides & fluides favorisaient l'accroissement des plantes, & je me suis persuadé que leur augmentation se faisait aux dépens de ce qu'elles en pouvaient recevoir.

L'analyse chimique montre ces élémens dans les végétaux, mais ils ne peuvent y entrer que dissous dans l'eau, & ils se trouveraient vainement réunis dans les organes des plantes sans le concours de la lumière & de la chaleur. Enfin c'est un fait bien prouvé que les résultats de la végétation ne sont pas les mêmes dans toutes les saisons, que le tems de la maturité des fruits annonce des sucs différens du tems de la feuillaison; que lorsque la végétation est la plus forte, la séve est la plus abondante; que les fruits mûrissent; que le bois ne se perfectionne seulement que lorsque la végé-

tation est ralentie; que les fruits tombent, quand on leur ôte les feuilles qui les avoisinent ; ce qui fait voir que la nutrition des plantes n'est pas la même dans ces tems différens, soit parce que les plantes n'ont pas les mêmes élémens à élaborer, soit parce qu'ils n'y entrent pas dans les mêmes proportions; soit parce que la différence des circonstances amène des produits différens. On sait que, lorsque la saison est humide les cannes à sucre rendent beaucoup de melasse & peu de sucre crystallisé; que dans de certaines circonstances le mout du raisin contient plus ou moins de matière sucrée, & les grains plus ou moins d'amidon & de matière glutineuse.

Les substances dont j'ai parlé deviennent donc les parties intégrantes des végétaux, elles se combinent avec eux en nature, ou leur fournissent leurs élémens pour cette combinaison qui forme la nourriture propre à les développer. L'eau introduit dans les plantes l'acide carbonique qu'elle a dissous, cette eau acidulée dissout à son tour la terre calcaire & quelques atomes de silice, sur-tout si elle est combinée avec quelques parties de potasse. La lumière décompose dans la plante

l'acide carbonique & en précipite le carbone dans le parenchyme; la terre calcaire & siliceuse se précipitent de même par l'évaporation de l'eau, & la décomposition de l'eau & de l'acide carbonique; ces deux élémens en s'unissant à l'oxygène, l'hydrogène & le carbone, fournissent les élémens des gommes, des résines, des huiles, des acides qui rempliront les mailles du réseau primordial constituant les parties du germe; l'union de la terre des huiles, & des acides forment à leur tour les sucs propres.

J'ai prouvé que la séve qui traverse les végétaux au printems, n'est point une eau pure, mais qu'elle renferme des matières élaborées qui annoncent celles que l'eau charrie. Cette lymphe change même de couleur & de goût, quand la vigne prend des feuilles, & ses changemens sont plus grands, quand elle redescend vers les racines, comme on l'observe dans les plaies & les bourrelets. J'ai fait voir l'acide carbonique dans cette lymphe. Hales avait remarqué qu'elle fournissait un gaz, & Coulomb confirme cette observation, quoique ni l'un ni l'autre ne caractérisent sa nature.

Les découvertes de la chimie moderne

éclairent ce sujet ; on sait que l'hydrogène & l'azote dissolvent le carbone, que l'hydrogène & le carbone s'unissent de manière que l'eau de chaux ne peut pas toujours les séparer : on apprend même par les belles expériences de Deiman & Paëts Van Trootswyck que le carbone & l'hydrogène forment l'huile avec l'oxygène, comme ils l'ont faite en mêlant le gaz hydrogène carboné avec l'acide muriatique oxygéné. Il ne paraît pas contraire à la bonne logique de supposer qu'il se passe dans les plantes, ce qu'on observe dans nos laboratoires ; de sorte que, puisque je trouve dans les végétaux les élémens que l'expérience m'apprend constituer les huiles, les gommes, les résines, je peux conclure avec assez de probabilité que leur combinaison donne naissance à ces produits. Enfin comme il y a quelques plantes qui fournissent l'acide nitrique & l'ammoniaque, on comprend comment l'azote que j'ai fait voir dans les plantes, peut les produire en se combinant avec un des autres élémens dont j'ai parlé.

Tout ceci devient encore plus probable en suivant l'influence de ces moyens dans la production du corps muqueux, du corps doux,

de la matière mucoso-sucrée & du sucre crystallisé qu'on trouve dans les cannes. Mes expériences confirment tout cela, puisque j'ai montré que la lymphe contenait d'autant plus de ces matières dissoutes dans l'eau, que la végétation s'avançait davantage.

Quel est donc l'organe élaborateur de la séve qui pénètre les plantes ? Il paraît d'abord que cette élaboration commence au moment où la séve y entre, comme je l'ai fait voir ; mais elle ne s'achève entièrement que dans le parenchyme qui est dans toutes les parties organiques des végétaux, & qui approprie à chacune d'elles, le fluide qu'il reçoit. Les feuilles sont ainsi l'organe où cette élaboration est la plus considérable, elles sont la vraie source de tous les sucs nourriciers, & le reservoir de tous les sucs tirés par les racines ; c'est là que s'opère la grande décomposition de l'acide carbonique, la grande évaporation de la partie surabondante de l'eau, la grande excrétion du carbone inutile à la plante, soit par l'acide carbonique qui se forme, soit par le carbone qui reste dans la feuille, & qui se perd pour le végétal quand elle tombe ; c'est de là que le gaz oxygène

s'échappe, c'est là encore que se dépose la terre nourricière, c'est là aussi que l'eau vraisemblablement se décompose; enfin c'est là que les sucs propres commencent à paraître, qu'ils y prennent leur couleur, & qu'ils partent pour se répandre dans le parenchyme de toute la plante, & y subir toutes les modifications qui doivent l'approprier à toutes les fonctions de l'économie végétale; on est bien porté à le croire, quand on voit l'écorce des rameaux mis dans les eaux colorées commencer à en prendre la couleur par leurs sommités.

C'est un fait remarquable que la fécule verte, comme l'indigo, suivant les belles analyses de Bergman & sur-tout de Berthollet, ne contienne point de potasse; ceci prouverait que la potasse est une production végétale, que le charbon seul qu'on trouve dans la fécule avec tant d'abondance, est un dépôt de l'acide carbonique décomposé. 100 parties d'indigo donnent 33 parties de cendres, dont la onzième partie est une terre siliceuse, & le reste une terre calcaire; l'indigo fournit beaucoup d'hydrogène quelques atomes de fer & de baryte, & la moitié de son poids de charbon sans

compter celui qui est contenu dans les gaz hydrogène, azote, & acide carbonique qu'on obtient dans l'analyse.

On comprend mieux la possibilité des opérations qui produisent tous ces effets dans les feuilles, quand on se rappelle les divers réseaux qui les forment, leurs propriétés particulières, leur union entr'eux, & la liaison des fibres ligneuses avec les dernières ramifications des vaisseaux propres. Si l'on pense ensuite que les feuilles sucent l'eau dans l'air pendant la nuit, on verra que les fibres ligneuses gonflées par cette humidité fournissent au parenchyme un nouveau fluide à évaporer, poussent les sucs élaborés pendant le jour, & les forcent à descendre dans les vaisseaux qui sont moins comprimés par les vaisseaux aspirans & moins remplis par les sucs qui sont déjà descendus; ce qui laisse à ces derniers le tems nécessaire pour le commencement de l'assimilation, en fournissant aux feuilles une matière propre à être élaborée par les premiers rayons du soleil.

L'expérience apprend que les racines & les feuilles ne sauraient séparément nourrir longtems les plantes; il faut la réunion de ces

deux moyens pour entretenir leur vigueur, leur procurer les alimens dont elles ont besoin & les leur approprier d'une manière convenable.

Mais comment cette élaboration forme-t-elle constamment cette variété observée dans toutes les espèces de plantes & sur-tout dans les différentes parties du même individu ; ou plutôt, comment produit-elle ces sucs si différens que les plantes fournissent ? Comment la combinaison d'un si petit nombre d'élémens simples occasionne-t-elle tant de variétés dans le même individu, tant d'espèces dans le même genre, tant de genres si caractérisés, tant de classes plus marquées encore ?

Il est important de se rappeler ici que la plante toute entière existe dans le germe avec l'organisation particulière qui lui donne ses propriétés, avec son énergie pour les conserver par une assimilation d'alimens qui lui est propre ; les plantules seraient sans doute aussi faciles à distinguer dans la graine que les plantes, si elles n'étaient pas transparentes, & si elles n'étaient pas d'une extrême petitesse ; de sorte que la nutrition se borne à développer cette plante en miniature, &

à l'amener à son état de perfection déjà déterminé dans la plantule ; il faut donc que celle-ci ait tous les moyens de s'approprier la nourriture qu'elle prend, & de l'employer à son développement.

En parlant de l'accroissement, j'ai ébauché ce que j'avais à dire sur la nutrition ; j'ai fait voir que les matières qui pénètrent le végétal doivent remplir ses mailles, allonger ses fibres en remplissant les mailles qui les forment ; favoriser l'augmentation de l'épaisseur des plantes, en se logeant dans les mailles des réseaux qui forment l'écorce & lient les fibres longitudinales, ou les vaisseaux lymphatiques aux vaisseaux propres ; mais je n'ai point dit comment ces effets se produisent, & je ne le dirai point : c'est peut-être au-dessus des connaissances humaines. J'ai insinué ce qu'on pouvait légitimement soupçonner. Voici encore quelques considérations sur ce sujet ténébreux.

Il est évident que les parties alimentaires des végétaux ont perdu leurs premières formes par la combinaison, puisqu'elles sont changées en gommes, en résines, en huiles, en acides, &c. mais, quand on en a fait l'analyse, on

y retrouve l'eau, la terre, l'acide carbonique, l'oxygène, le carbone, l'hydrogène, qui sont ces alimens eux-mêmes, ou leurs parties constituantes; les nouveaux produits, en se formant, prennent la place qu'ils devaient occuper, & le végétal sort de cette union.

Il paraît donc qu'il doit y avoir dans les différentes plantes & dans leurs parties diverses, une grande différence dans leurs fibres & leurs vaisseaux, soit relativement à leurs calibres, à leur force, à leurs sinuosités, &c. soit relativement encore à leurs parties constituantes; il me semble que cela s'établit solidement, quand on voit un petit citron greffé sur un oranger mûrir citron parfait, ou une greffe de pêcher donner des pêches sur un prunier; mais le citron est constitué citron par son organisation, & les bourrelets du pédoncule du citron différens de ceux du pédoncule de l'orange, préparent les sucs qui doivent développer le citron; de même l'organisation de l'écorce & du bouton du pêcher différente de celle de l'écorce dans le prunier, prépare dans ses vaisseaux & ses réseaux des sucs différens de ceux qui

doivent développer le bois du prunier. Le suc blanc du figuier ne pénètre pas dans la figue au-delà du bourrelet de son pédoncule, comme je l'ai observé souvent dans diverses époques. Il me semble qu'on peut appercevoir ici un des procédés de la nature pour élaborer les sucs; on voit clairement que les bourrelets en doivent être les organes, ils retiennent les sucs qui arrivent; ils les roulent dans leurs vaisseaux, & ils les préparent pour les effets qu'ils doivent produire. Le collet des racines est un bourrelet qui élabore les sucs des tiges & des racines, lorsqu'ils montent & qu'ils descendent; les bifurcations forment des bourrelets qui produisent le même effet pour les branches. Toutes les feuilles sont portées par des pétioles qui ont leurs bourrelets; les fleurs & les fruits sont soutenus par un pédoncule qui a au moins un bourrelet, le plus grand nombre en a deux; mais, quand on voit le bourrelet des greffes développer des tiges, des branches, des feuilles, des fruits qui ne sont pas ceux du sujet greffé; quand on sait que les bourrelets des feuilles, ceux qui sont occasionnés par une forte compression, dé-

veloppent en terre plus facilement les germes des racines; que ces derniers mettent au jour un plus grand nombre de bourgeons; que les plaies elles-mêmes ne deviennent une mine de nouveaux boutons, que par le bourrelet qui les forme; on est forcé de reconnaître que les bourrelets contribuent à préparer les sucs qni doivent développer les plantes & leurs parties, & accommoder ces sucs à la production qu'ils doivent former, comme on l'a vu dans ce que j'ai dit sur le pédoncule de la figue. Il reste à pénétrer la différence de ces bourrelets dans les différentes plantes & dans toutes les parties de la même.

Le grand moyen de cette élaboration des sucs nourriciers des plantes, paraît donc être les bourrelets où tous les sucs doivent s'arrêter. Dans les injections colorées, les bourrelets sont plus colorés que le reste de la plante ou de la tige; il faut donc qu'il y ait un plus grand nombre de vaisseaux, & que ceux de la plante s'unissent à un ordre paiticulier, qui ne se trouve que là.

Il paraît que les sucs propres servent au développement de la plante. Si l'on coupe

à sa racine le *semper virens tectorum*, lorsqu'il commence à faire voir les pédoncules de ses fleurs ; si on le place dans un lieu chaud & sec, & même dans un grand ballon bien fermé, on observe ses pédoncules qui se développent, la fleur qui s'épanouit, & quelquefois le fruit qui se forme ; j'ai vu en même tems les feuilles inférieures se flétrir & perdre non-seulement leur humidité, mais encore le suc vert qu'elles contenaient; ce qui prouve que ce suc propre a nourri le reste de la plante ; il est vrai qu'on peut dire que ces plantes nourries plus particulièrement par leurs feuilles, ont tiré leur nourriture de l'air; mais alors les feuilles inférieures n'auraient pas péri les premières, & ainsi successivement jusqu'à l'extrémité supérieure, qui vit la dernière; l'on ne peut pas dire que la sécheresse de l'air à desséché seulement les feuilles les plus basses, parce qu'elles les aurait desséchées toutes également, puisque l'air agit également sur elles ; au reste on voit ces feuilles périr de la même manière en pleine terre à la même époque. Ces expériences réussissent précisé-

ment de la même manière sur les *sedum*, les *cactus*, &c.

Si l'on enlève un anneau d'écorce au-dessus des boutons à fruit, ou au-dessous avant qu'ils fleurissent, on les voit bientôt sécher; si les boutons sont plus avancés, ils fleurissent quelquefois, ils nouent même, mais ils tombent bientôt après; les boutons à feuilles se développent & se conservent alors pour l'ordinaire, comme je l'ai vu souvent. J'ai coupé un anneau d'écorce à un figuier, au-dessus & au-dessous des figues; dans les deux cas, les figues étaient grosses comme des petites noix, elles se flétrirent néanmoins avec les feuilles au bout de 15 jours, & tombèrent bientôt après.

Il paraît que l'élaboration des sucs se fait dans leur passage au travers des filtres fort serrés. La transpiration de la séve, la décomposition de l'acide carbonique, &c. l'union de divers dépôts produits par cette évaporation, cette précipitation &c., la formation de nouvelles substances, leurs combinaisons avec les parties solides du réseau baigné par ces sucs, l'action de la lumière & du calorique pour la rendre plus intime, & faire

sortir ce qui pourrait la troubler, font soupçonner les bases de la théorie d'une nutrition végétale.

Bonnet a cru que la lymphe amenée dans les dernières divisions des vaisseaux était tellement décomposée, que les élémens propres à la nutrition étaient formés par cette décomposition, & qu'en vertu de leurs affinités; ils se mettaient à leurs places dans l'organe qu'ils devaient nourrir; mais il doit y avoir beaucoup de combinaisons & de décompositions avant ces dernières décompositions qui ne sauraient être les seules, quand il faut préparer tant de substances différentes avec un si petit nombre de matières: Bonnet n'avait pu jouir de la lumière produite par la nouvelle chimie.

Desaussure, en adoptant l'opinion de Bonnet, éclaircit les procédés qu'il emploie; il a considéré les différens vaisseaux ou les différens paquets de fibres solides, comme des mèches imbibées les unes d'huile, les autres d'eau, qui ne retirent chacune du mélange composé de ces deux fluides, que l'eau ou l'huile qui y est. Chaque vaisseau séparerait ainsi dans la lymphe ou dans les sucs propres,

les sucs qui lui sont nécessaires, soit pour se nourrir, soit pour les transmettre à d'autres ; cet illustre physicien croyait encore que les sucs différens pouvaient se verser dans le même utricule ou dans le même réservoir, & que leur réunion formait de nouveaux composés propres à nourrir d'autres plantes, ou à remplir d'autres usages.

La manière dont la plantule est nourrie apprend comment les plantes se nourrissent ; on y découvre une légère fermentation, l'acide carbonique s'y manifeste, une matière mucoso-sucrée en est le produit, tout cela s'observe dans la plante adulte ; on découvre encore dans toutes deux la décomposition de l'acide carbonique, la production du gaz oxygène ; ces phénomènes qui se remarquent lorsqu'on peut présumer quelques développemens dans les végétaux, font soupçonner avec fondement qu'ils concourent à les produire. Mais les ténèbres les plus épaisses couvrent encore ce mystère. La chimie de la nature surpasse à présent les conceptions du chimiste physicien qui ne peut se permettre que des conjectures. Je dois garder ici le silence, & je devrais peut-être effacer ce que j'ai écrit sur ce sujet.

SECTION QUATRIÈME.

Effets généraux du développement des plantes.

CHAPITRE I.

INTRODUCTION.

TOUS les phénomènes des corps organisés sont un développement de leurs parties déjà existantes, qui les amène par des nuances plus ou moins faibles à leur état de perfection, & qui les conduit ainsi à leur destruction finale. J'ai fait voir le germe animé sortant de sa torpeur par le moyen d'un fluide qui lui sert d'aliment. J'ai montré la plante prête à suivre son histoire, & j'ai indiqué les ressources qu'elle pouvait avoir pour se nourrir & se développer; il me reste à appliquer cette théorie à chaque effet particulier.

Je distinguerai les effets *généraux* des effets *particuliers*, parce que cette méthode paraît simplifier l'explication des phénomènes; aussi comme toute l'histoire du développement paraît renfermée dans celle du bouton, son étude remplira cette section.

CHAPITRE II.

De l'émission des boutons & de leur épanouissement.

§. I. *Histoire de l'émission des boutons.*

L'ANATOMIE des boutons les représente comme des germes développés dans certaines circonstances & dans un certain ordre sur la surface de la plante.

On ne peut croire qu'un bouton, qui renferme une branche, une tige, un arbre avec ses branches, ses feuilles, ses fleurs, ses graines soit l'ouvrage de la végétation. Le mécanisme le plus ingénieux & la chimie la plus sublime ne sauraient former des êtres organisés, dont toutes les parties, doivent exister ensemble dans le même moment, & dont une des propriétés particulières soit de reproduire toujours d'autres êtres organisés, rigoureusement sembla-

bles entr'eux, sans imaginer l'existence individuelle de leurs parties séparément impossible; aussi la nécessité de l'existence simultanée de toutes les parties des êtres organisés, & la ressemblance constante qu'ils ont dans leur succession, ont fait croire en particulier que l'organisation de chaque plante existe dans la base du pistil avant la fécondation, qu'elle est susceptible de développement, & qu'elle n'est pas exposée alors à de grandes altérations.

Les circonstances propres à développer ces petits corps organisés, doivent contribuer à leur accroissement, ils se développent peut-être tous continuellement; mais ceux qui sont mieux placés pour recevoir l'influence des corps propres à favoriser leur grand développement, seront les premiers à paraître. On comprend qu'il peut y avoir des cas qui accéléreront ce développement dans ces corps organisés, s'ils accélèrent sur eux l'action des corps propres à les tirer de la vie sourde & lente qu'ils peuvent avoir : tels sont le retranchement d'une branche ou d'un rameau, une plaie, une compression qui arrêtent le mouvement des sucs, changent leur direc-

tion ou leur emploi, & offrent aux germes des boutons restans une nourriture qu'ils n'auraient pas eue sans ces modifications accidentelles. Les arbres étêtés poussent une multitude de bourgeons ; les boutons se pressent autour de la section d'une branche ; ils environnent les plaies, ils recouvrent les bourrelets. Il est aisé de voir que dans ces circonstances les sucs qui devaient nourrir les parties retranchées arrivent encore à leurs sections ; que les cicatrices, ou le desséchement, ou la compression arrêtent ces sucs dans les plaies & les contusions, où ils inondent les germes voisins. Il y a une espèce de suction qui amène alors toujours de nouveaux sucs, comme dans les galles formées par les insectes, & cette suction est déterminée par la nutrition des germes nouveaux, qui se développent. Les bourrelets naissent de même des obstacles qu'une forte compression met au passage des sucs propres ; en sorte que dans tous ces cas, les sucs nourriciers, affluans vers les mêmes endroits, gonflent leurs parties, atteignent les germes qui y sont placés, & les développent en les nourrissant ; mais ce développement est hâté

par cette abondance de sucs, & il ne se serait peut-être jamais fait sans cette circonstance.

Les boutons qui se développent naturellement, sont placés dans un certain ordre qu'ils suivent régulièrement; mais cet ordre est troublé dans ces circonstances forcées; on y voit les boutons s'accumuler, se presser & montrer l'effet d'une cause plus énergique que celle qui devait agir.

J'ai placé ces boutons ou leurs germes dans les mailles du réseau qui forme les fibres corticales; la nourriture abondante qu'ils y reçoivent quand leur développement s'est assez avancé pendant la végétation de la plante, presse leur sortie hors de leur prison; ils échappent des ténèbres où ils vivaient, ils se rassasient de la lumière qu'ils semblent chercher, ils grossissent; c'est à ce moment où je vais reprendre leur histoire. J'observerai seulement que, comme les boutons qui se développent avec lenteur, se développent dans un certain ordre, il faut que l'accroissement de la plante soit proportionnel pour conserver l'ordre établi.

Bonnet, dans les *Recherches sur l'usage des feuilles*, a observé que les boutons placés à

l'extrémité des branches, se développent plus vigoureusement que ceux de leurs bases, & qu'il en sortait un plus grand nombre sur la partie des branches exposées au soleil que sur les autres. Ces phénomènes s'expliquent d'après mes expériences. J'ai montré que la suction était plus forte au soleil qu'à l'ombre; les boutons placés au sommet des branches recevant les premiers toute la lumière, attirent à eux une nourriture plus abondante; il en sera de même pour la surface des branches exposée directement à l'action immédiate de cet astre; ces parties élaborant une plus grande quantité de sucs, déterminent un plus grand nombre de germes à se gonfler & à donner le jour aux boutons qui éclosent.

Les boutons à fruit paraissent plus longtems avant leur entier développement que les boutons à feuilles & à bois, comme ils renferment des organes plus composés & plus importans, ils prennent aussi plus de tems pour se développer : Schabol assure que les boutons à fruit croissent pendant trois ans.

La chaleur, la lumière, la séve des racines sont extrêmement nécessaires pour le développement des boutons qui avortent quand

la lumière & la chaleur leur manquent. Il y a des plantes tropiques, qui ne fleurissent jamais dans nos serres, quoiqu'elles y paraissent vigoureuses. Nos plantes éprouvent la même altération quand on les transporte dans des climats beaucoup plus chauds ou plus froids. Tous les boutons périssent, quand la sécheresse devient artificiellement excessive, & ils se sèchent sur les branches, quand on enlève au-dessus ou au-dessous d'eux un anneau d'écorce.

Le bouton offre l'idée d'une graine mûre; il n'a pas à la vérité des racines, mais il est attaché à la fibre corticale, qui a porté son germe; le bouton à bois pousse des racines, quand on le met en terre, & il donne naissance à une plante semblable à celle qui l'a nourri; la base des pétioles est un bourrelet qui peut pousser des racines, comme les marcottes, & les boutures des plantes articulées. La graine donne naissance au bouton, comme le bouton à la graine. Les boutons de même que les graines se développent, quand ils sont séparés de la plante. La greffe est la transplantation d'un bouton sur une branche qui n'est pas la sienne. On inocule

inocule les gros boutons de poirier, de vigne, de marronnier, en enlevant un de ces boutons hors de la dernière écaille, & en le mettant à la place d'un autre; ce qui réussit pour l'ordinaire.

On pourrait pousser plus loin cette comparaison, en observant que les boutons à bois ressemblent plus à la graine que les boutons à fruit, puisque les premiers prennent seuls racine en terre, fournissent une tige & une plante lorsqu'ils sont greffés ou plantés; ils n'ont pas à la vérité des cotylédons; mais les feuilles, les écailles les remplacent; la nature semble toujours fidèle à ses formules.

A côté d'un bouton à fruit, on en voit souvent d'autres prêts à se développer suivant les circonstances, comme lorsque le gel a détruit de bonne heure les premiers boutons de la vigne. Ces boutons nuisent quelquefois en poussant des branches chiffonnes qui désolent l'arbre. On voit le même développement sur l'oranger & le mûrier. On remarque que l'abondance des sucs nourriciers contribue au développement

du bouton à fruit pour en faire un fruit fécond, ou une branche stérile.

La direction de la séve vers les boutons montre leur importance ; on coupe au printems une branche sans voir couler la séve; on ne saurait rompre un bouton dans son pédoncule, sans y voir une goutte de liqueur, qui reparaît encore quand on l'a essuyée; on observe sur-tout ceci dans la partie du pédoncule attenante au bouton. Ce suc se rassemble dans le bourrelet, où il est élaboré.

On ne coupe pas un bouton sans produire des changemens dans l'économie végétale. La séve qui se portait vers le bouton coupé développe de nouveaux boutons, ou augmente le développement des autres. Si l'on supprime le gros bouton qui est à l'extrémité des autres branches, elles ne s'allongent plus, parce que le bouton qui renferme les germes de cet allongement a cessé d'exister. La séve dévoyée alimentera les germes voisins de la section, & accélérera leur développement. Quand on pince trop un arbre, il se garnit dans les parties inférieures. Le retranchement des bourgeons devient

dangereux lorsque la séve est fort abondante, parce que ne pouvant plus se distribuer également, & ne trouvant pas des canaux suffisans pour la contenir, elle occasionne ou des pousses multipliées qui sont stériles, ou des extravasations qui sont pour l'ordinaire fatales.

Mes expériences sur les boutons du marronnier, du poirier, du prunier, & dernièrement du lilas prouvent que, plusieurs boutons à fruit privés de leurs feuilles, pendant qu'ils se développaient, ont fleuri après avoir été privés de leurs écailles & de leurs petites feuilles, pendant qu'ils étaient dans leurs enveloppes; mais on voit plusieurs plantes en fleurs avant d'avoir des feuilles, qui sont sans doute remplacées par le bourrelèt du pédoncule & par le calice.

Les boutons à bois sortent des branches pendant toute l'année; la marche des boutons à fruit est plus régulière. Les premiers se conservent, quoiqu'ils ne se montrent quelquefois que deux ou trois mois plus tard que d'autres. Si les boutons à fruit ne s'épanouissaient pas dans un certain tems, le fruit, la graine ne sauraient mûrir; il faut

d'ailleurs un tems plus long pour amener un bouton à fruit au terme de son développement, qu'un bouton à bois ; & c'est sans doute pour cela, qu'on voit plusieurs plantes exotiques se développer vigoureusement sans fructification ; de même on voit des arbres robustes sans fruits qui sont chargés de branches & de feuilles. En ralentissant le cours de la séve dans un arbre, soit par le retranchement d'une racine, soit en lui faisant un bourrelet annulaire, on lui procure la fécondité. Il en est encore de même pour les branches gourmandes. Ne semblerait-il pas que la séve a plus d'affinité avec les germes des boutons à bois, qu'avec ceux des boutons à fruit, ou plutôt que la séve entre plus facilement dans les vaisseaux des premiers que dans ceux des seconds ? Il paraît au moins que les vaisseaux des boutons à bois sont plus grands que ceux des boutons à fruit ; que leurs bourrelets sont différens ; que les boutons à fruit ont besoin d'une nourriture plus abondante, ou plus élaborée ; aussi lorsqu'elle s'élance avec rapidité dans les vaisseaux lymphatiques, elle suit sa route sans fournir aux boutons à fruit, & sur-tout

à ceux qui ont deux bourrelets à leurs pédoncules, l'aliment qui leur est nécessaire pour les développer : c'est pour cela qu'en diminuant sa rapidité par le retranchement d'une racine, les boutons à fruit peuvent en profiter; on produit le même effet par les plaies annulaires ou par les bourrelets, qui occasionnent le même retardement de la séve; quoiqu'il n'y ait point de diminution apparente dans sa quantité. Quant aux plantes qui se couvrent de fleurs avant d'avoir des feuilles; il est aisé de voir que leurs boutons avaient été développés dans l'année précédente, & que leur développement était amené au point, où ils devaient fleurir avant l'épanouissement des boutons à feuilles, parce que ceux-ci n'avaient pas fait autant de progrès.

Ces considérations semblent ajouter quelques probabilités à mon opinion sur l'implantation des germes des boutons dans les mailles des fibres, & sur leur union à ces mailles par quelques fibrilles.

§. II. *Théorie de l'évolution des boutons.*

Quand on a observé l'état des feuilles & des fleurs dans leurs boutons; quand on s'est assuré de leur extrême mollesse; quand on s'est convaincu que les feuilles & les fleurs, avant d'être perceptibles, ont la même forme, les mêmes découpures, les mêmes rapports entre leurs parties qu'elles auront ensuite, on s'étonne comment ces feuilles, ces fleurs qui ont vécu si long-tems dans l'obscurité, qui n'ont été qu'une gelée organisée, peuvent vaincre la résistance que les enveloppes des boutons mettent à leur évolution: cependant en observant le phénomène, on peut, je crois, pénétrer l'opération de la nature, & ses moyens pour l'exécuter.

J'ai d'abord tenté quelques expériences pour juger de l'importance de l'écorce sur le développement du bouton. Je fendis circulairement l'écorce autour de plusieurs boutons de marronnier au-dessous de leurs pédoncules à la fin de l'hiver, la fente s'élargit en se desséchant, & le bouton parut s'épanouir plus tôt que les autres. Je fendis semblablement l'écorce de

plusieurs autres boutons dans le même tems ; de manière que la fente n'occupait que la demi circonférence du pédoncule, l'épanouissement me parut plus avancé, & le bouton était la moitié plus long que le précédent. Je fis cette fente circulaire à 9, 02 millimètres ou quatre lignes du bouton, au commencement du printems, mais le bouton fut plus avancé, & il était plus long que les autres. J'enlevai l'écorce jusques au bois immédiatement au-dessous du bouton, il s'épanouissait très-lentement, mais il se cassa ; j'ôtai à un autre bouton un anneau d'écorce de 20, 34 millimètres ou 9 lignes au-dessous du bourrelet du pédoncule, les feuilles sortirent du bouton, mais elles ne s'allongèrent pas, deux autres petits boutons placés à côté du premier périrent, & celui-ci après s'être allongé un tant soit peu, sécha. J'enlevai un anneau d'écorce semblable à 13,56 millimètres du bouton ou 6 lignes, ayant la même largeur & formé par l'épiderme avec une partie du parenchyme, il s'épanouit très-lentement, les feuilles furent plus petites que les naturelles. Quand j'ôtai un anneau d'écorce de 4 centimètres ou 18 lignes de largeur, immédiatement au-

dessous du bouton, il ne se développa point & il périt bientôt après.

Je répétai ces expériences l'an V de la République sur les cerisiers, les pêchers, les poiriers, les figuiers & les lilas, avec des résultats analogues; mais j'ai eu l'occasion de remarquer que, lorsque je fesais des plaies annulaires au-dessous du bouton, & lorsque j'avais soin d'enlever scrupuleusement l'écorce, en mettant le bois parfaitement à nud, les boutons qui n'étaient pas développés, périssaient sans se développer davantage; que les boutons épanouis conservaient leurs fleurs, mais qu'elles tombaient sans fructification; qu'il se développait pourtant quelques feuilles dont la vie finissait bientôt; enfin que ces plaies annulaires faites au-dessous du fruit déjà formé, fesaient périr le fruit & les feuilles qui étaient au-dessus de la plaie. J'ai remarqué même quelquefois, qu'en faisant une plaie annulaire de 5, 4 centimètres ou 2 pouces au-dessous de la bifurcation de deux petites branches, & en enlevant soigneusement l'écorce jusques au bois, les deux branches périssaient avec leurs feuilles, leurs flèurs, ou leurs fruits, mais ils périrent d'autant plus tard, que la

plaie annulaire était plus éloignée des boutons.

Il paraîtrait que l'engorgement des vaisseaux propres a fait périr ces boutons ; la séve descendante arrêtée dans son cours, gonflait bien d'abord les boutons, & les fesait vivre plus rapidement, mais ces sucs accumulés & stagnans se mêlant avec les nouveaux, devinrent trop épais & obstruèrent enfin les vaisseaux du pédoncule ; les circonstances de ces expériences semblent au moins favoriser cette opinion. Cependant quand l'écorce n'est pas rigoureusement enlevée sur ces plaies annulaires, quand ses dernières couches sont encore appliquées sur le bois, il arrive souvent que les fruits déjà formés, se développent & mûrissent plus tôt que les autres ; j'ignore la cause de cette différence, à moins de la supposer dans celle des développemens du fruit qui peut augmenter ou diminuer l'influence de ces plaies annulaires sur eux, & qui profitent des sucs de l'écorce qui reste.

Je fus curieux de rechercher ensuite, si les écailles qui enveloppent les boutons jouaient quelque rôle dans leur développement. J'enlevai donc toutes les écailles brunes d'un

bouton de marronnier à la fin de l'hiver, mais quatre jours après les écailles vertes que j'avais laissées, brunirent & devinrent semblables à celles que j'avais ôtées, sans doute par le contact du gaz oxygène; on en voyait suinter le suc gluant qu'on y apperçoit toujours, mais le bouton s'ouvrit comme ceux qui étaient restés dans leur état naturel; il me parut seulement qu'il s'était fort allongé, il avait au milieu du printems 1, 8 décimètres ou 6 pouces; ne serait-ce point parce qu'il avait souffert une résistance moindre dans le tems de son développement. J'ôtai dans le même tems les écailles brunes & vertes à un bouton, son duvet était entièrement découvert, il brunit beaucoup; il se forma au bout d'un mois une petite cavité dans la partie supérieure du bouton qui augmenta toujours & qui se fendit enfin, il parut alors autour de la cavité une espèce de languette produite par l'action des fleurs & des fruits pour s'étendre à la circonférence, au bout de deux mois depuis le commencement de l'expérience il avait 9, 6 centimètres ou 3 pouces 7 lignes de longueur. Je fis les mêmes expériences sur des boutons de lilas & j'eus les mêmes résultats.

Il paraît en général que les écailles favorisent le développement du bouton, mais elles ne lui sont pas indispensablement nécessaires pour cela; serait-ce par la nourriture qu'elles lui fournissent, & par l'obstacle qu'elles mettent à une évaporation trop prompte, comme à son contact immédiat avec le gaz oxygène de l'air ?

Je traversai un bouton de marronnier avec une épingle dans sa plus grande épaisseur au milieu de Pluviose; il commença à verdir, & le 14 Ventose, il verdit un peu à son extrémité, mais sa végétation fut ralentie; l'épingle paraissait cependant s'éloigner de la base du bouton, elle laissait voir une fente oblongue qui annonçait que la partie inférieure du bouton était la seule qui eût de l'accroissement. Je perçai un bouton pareil dans sa longueur, il se développa moins que le précédent & l'on vit paraître un suc gluant sur la plaie; le premier bouton se développa, mais dès que les feuilles se furent déchirées, l'épingle tomba, & le bouton suivit son histoire. Les bords de la plaie du second bouton étaient noirâtres, il s'épanouit, & quoique le prolongement du pédoncule

eût été percé, la plaie s'était fermée, & il acquit la longueur de 6, 7 centimètres ou 2 pouces six lignes.

Je viens à présent à l'examen de l'évolution des boutons.

Les boutons à feuilles & à fruit sont attachés par un pédicule à une partie renflée de la branche qui semble pousser en dehors. Pendant l'été qui précède le développement du bouton destiné à se développer au printems, on voit une ou plusieurs feuilles qui doivent l'alimenter placées à ses côtés; il ne paraît même que, lorsque ces feuilles sont développées; les sucs qu'elles attirent, abreuvent le germe qui les avoisine, & déterminent l'accroissement qu'elles prendront; déjà il s'élève un point imperceptible, qui grossit peu-à.peu, une espèce de bourrelet se forme autour de ce point, & bientôt on voit paraître le bouton qui s'épanouira dans l'année suivante.

Ce bourrelet sert à préparer le suc nourricier de la fleur & de la feuille, comme le bourrelet des greffes prépare une séve particulière, qui est appropriée au besoin de la tige qu'elle va développer; aussi, quand on

enlève le bourrelet, le bouton périt, parce qu'il est la source de la nourriture que le bouton reçoit pendant l'hiver, quand les feuilles qui étaient près de lui sont tombées; & qu'il élabore pendant l'été celle que les feuilles lui fournissent. Si l'on coupe alors un rameau près d'un bouton, l'on trouve la moelle sèche avec ses alentours; mais, si l'on coupe une tranche de ce rameau près du bouton, elle est fort humide, & la section faite au bouton est encore plus humectée: au moins, quand la section est faite à la base du bouton, elle se remplit d'eau après avoir été essuiée: ce qui ne s'observe pas communément sur la section des branches & des rameaux dans une autre partie.

Il paraît que les boutons sont nourris par le suc propre que les feuilles leur portent; on trouve le suc laiteux à la base du pédoncule du figuier & même dans le bourrelet; mais il y change bientôt de nature, & il ne pénètre pas dans le fruit sous cette forme.

La plupart des boutons s'épanouissent au printems; mais le tems de la feuillaison & de la fleuraison varie pour les plantes différentes suivant leurs espèces; & pour les plan-

tes de la même espèce, suivant la nature & la température du lieu où elles croissent.

Mais, comment ces feuilles si tendres, ces pétales si délicats, percent-ils sans se déchirer leurs enveloppes si nombreuses, souvent si robustes & si bien closes? Comment s'échappent-ils malgré cette gomme résineuse, qui se filtre au travers des écailles de quelques boutons? Comment surmontent-ils l'action réciproque des écailles qui ferment le bouton si hermétiquement, que je lui ai vu interdire l'entrée de l'eau dans des boutons de marronnier que j'y avais tenu plongés pendant cinq mois d'hiver, après avoir couvert leur section de cire d'Espagne? On n'a point trouvé la cause & le moyen de cet accouchement avant les recherches que j'ai publiées sur ce sujet, il y a quelques années.

On a cru qu'une humeur qui se distillait dans le bouton, dissolvait la colle qui liait les écailles; mais, comment cette humeur qui a toujours existé dans le bouton sans y rien dissoudre, prendrait-elle alors cette propriété? Cet obstacle vaincu n'anéantirait pas les autres. On a observé que les poils

des écailles sont compressibles, comme le duvet qui recouvre les petites feuilles, & qu'ils peuvent repousser les écailles sans nuire aux parties tendres des feuilles & des fleurs ; mais ces parties sont si molles qu'elles sont incapables d'une compression un tant soit peu énergique ; les feuilles & les pétales, en sortant du bouton, ne paraissent point comprimés ; ce qui rendrait cette explication au moins fort incomplète. Il faut donc chercher la théorie de l'évolution du bouton dans le bouton même. J'ai suivi dans ce but plus particulièrement les boutons du poirier qui étaient le plus à ma portée.

Quand on a observé les écailles de ces boutons, on voit que chacune est enracinée dans une espèce de saillie sous l'écorce du bourrelet où est placé le bouton ; au commencement de l'hiver, les saillies qui portent les écailles, sont fort rapprochées ; elles sont disposées de manière que le milieu de la base de l'écaille la plus élevée est placé au-dessus de l'endroit où les écailles du rang inférieur se rencontrent, & ainsi de suite : l'éloignement qu'il y a entre ces rangs d'écailles, s'accroît beaucoup au printems, lors-

que le bourrelet grossit & s'alonge avec le pédicule de la fleur ou de la feuille; ces écailles s'écartent alors de la fleur ou de la feuille par l'accroissement du bourrelet en longueur & en grosseur; ce double tiraillement en deux sens différens produit un effet plus sûr & plus facile que s'il se fesait en un seul.

Ce double accroissement du bourrelet ne serait-il pas la cause de l'écartement des écailles, comme il est la cause qui les a extérieurement repoussés, quand il a commencé à croître? Le bourrelet qui porte les écailles ne peut changer dans ses dimensions, sans changer la position des écailles qu'il porte; ces écailles tiraillées à leurs bases par l'accroissement du diamètre du bourrelet, doivent se déchirer dans leur partie la plus résistante, sur-tout, lorsque le bourrelet prend son plus grand accroissement. Les écailles qui cessent alors de croître, ne peuvent plus s'étendre; de sorte qu'elles se déchirent proportionnellement à l'accroissement du bourrelet. Le déchirement commence toujours par les côtés, & l'on trouve la plaie de l'écaille déchirée noircie, parce qu'elle se dessèche,

sèche, tandis que le reste tient au bourrelet par une partie moins tirée ou plus *extensible*; mais, comme elle s'étire toujours davantage, & qu'elle perd son *extensibilité* par le desséchement des parties voisines, elle tombe bientôt entièrement.

J'ai vu dans un bouton blessé par un ver, que l'écaille ne s'était détachée du bouton que dans la partie blessée, parce qu'elle avait cessé de croître; tandis que les écailles voisines poussées en dehors par le bourrelet croissant toujours en tout sens, tiraient à elles la partie de l'écaille qui ne pouvait la suivre, parce qu'elle ne pouvait s'étendre comme les autres.

Les écailles les plus extérieures tiennent plus long-tems au bourrelet, parce qu'elles sont plus robustes; mais elles tombent enfin comme les autres. Les écailles des boutons à feuilles subsistent davantage, & se déchirent moins vîte, parce qu'elles sont moins brusquées par l'accroissement du bourrelet qui se fait plus lentement.

On voit ainsi les écailles se séparer, se retirer de dessous celles qui les recouvrent,

& tomber enfin; mais on ne voit pas encore comment elles s'ouvrent pour donner passage à la fleur ou à la feuille qu'elles enveloppent. Les écailles qui commencent à se détacher par leurs bases, n'ont plus la même consistance. Le bourrelet en grossissant écarte nécessairement ces écailles les unes des autres, & quoique ce mouvement soit très-petit à leurs bases, il occasionne un mouvement sensible à leurs sommets; cet écartement s'opère pendant la dilatation du bouton, il est proportionnel à l'accroissement des feuilles & des fleurs: les écailles déchirées à leurs bases, opposent une résistance moindre aux efforts du bourrelet qui tend à les déchirer encore, & à ceux des fleurs ou des feuilles pour les repousser; de manière que la résistance est toujours moindre que la cause qui doit la vaincre.

Les écailles ne se déchirent point avant l'épanouissement, quoique le bourrelet croisse en tout sens, parce qu'elles croissent avec lui, & s'étendent en prenant de l'accroissement; mais on les voit se redresser à leur sommet, & ce redressement ne peut être produit que par l'accroissement du bour-

relet qui change leur position : si elles ne tombent pas dans ce moment, c'est parce qu'elles sont moins tiraillées que dans le tems de la feuillaison & de la fleuraison, que les changemens sont alors moins brusques, & que les écailles ont encore un certain développement à recevoir.

L'épanouissement des crocus & des tulipes est absolument l'effet de la chaleur ; j'ai vu ces fleurs s'épanouir en hiver dans l'obscurité, quand le thermomètre était à 8° au-dessus de zéro : je remarquai que, lorsque le thermomètre était à 15°, les pétales de ces fleurs sont plus transparens, parce qu'ils sont plus dilatés, qu'ils sont pénétrés par des sucs plus raréfiés & plus abondans, & que leur épiderme est plus tendu & plus humide. Enfin ces pétales deviennent paralytiques, ils plient dans tous les sens sans résister; leurs fibres sont pourtant assez fortes, puisqu'il faut le poids de 30,572 grammes ou une once, placé sur la partie convexe d'un pétale de tulipes pour lui faire perdre sa convexité, lorsqu'il est dans toute sa vigueur ; ce qui prouverait que ces fibres ou ces vaisseaux doivent leur rigidité au

fluide qui les remplit, & qu'ils en sont vides, quand le pétale est fané; l'évaporation leur enlève leurs sucs, & le prompt accroissement des parties de la fructification, lorsque la fécondation est faite, gêne probablement le passage des sucs, & amène leur flaccidité. J'ai éprouvé qu'il fallait un poids de 22,929 grammes pour effacer la convexité des pétales de crocus.

CHAPITRE III.

De l'extrémité des pousses.

Je n'aurais pas parlé de ce phénomène, s'il n'offrait pas au jardinier un fait important, & au physiologiste une différence remarquable entre le végétal & l'animal.

Les extrémités des pousses dans les tiges, les branches, les rameaux, les racines, ou les derniers produits de la végétation sont herbacés, prêts à suivre les autres parties de la destinée de la plante, & comme à cet égard elles n'ont rien de particulier, je n'en parlerai pas.

Si l'on coupe une de ces extrémités, elle cesse de se prolonger; mais il s'échappe des boutons autour ou dans le voisinage de la section, qui donnent naissance à des productions latérales, propres à employer la séve. Ces branches, ces racines nouvelles sont le

développement des germes qui n'attendaient qu'une certaine quantité de nourriture pour sortir de l'état obscur où ils vivaient.

Il n'est point indifférent pour la figure & la santé d'une plante de supprimer l'extrémité des branches & des racines. Cette opération doit être en rapport avec la nature de la plante, sa santé & l'usage qu'on veut en faire. On a observé que les grands arbres qu'on taillait, devenaient moins gros, moins grands que ceux qui étaient abandonnés à eux-mêmes, quoiqu'ils fussent aux autres égards dans les mêmes circonstances. On a fait la même remarque sur les arbres transplantés, & en particulier sur ceux dont on retranchait les racines ou une partie du pivot en les transplantant. Je n'entrerai pas dans un plus grand détail sur ces faits, parce que j'ai eu l'occasion de m'en occuper ailleurs.

Tandis que toutes les plantes & sur-tout les arbres se reproduisent dans leurs parties coupées, le plus grand nombre des animaux qui frappent les sens, perd totalement & pour toujours les membres retranchés, &

tous ceux qui jouissent du privilège de reproduire les membres qu'ils ont perdus, ne le possèdent que dans quelques-unes de leurs parties; il n'y a que quelques genres très-rapprochés, & sur-tout parmi les animaux microscopiques, qui possèdent presque universellement cette singulière propriété.

CHAPITRE IV.

De la direction des tiges & des racines.

IL se présente deux phénomènes remarquables dans la direction des tiges & des racines. Les radicules des graines germantes, qui s'enfoncent toujours en terre, & leurs plumules qui s'élancent toujours dans l'air. La situation des branches & des racines relativement à la tige & à la racine principale dans les plantes adultes. Le premier est universel pour toutes les plantes qui ont une tige & des racines, à l'exception des moisissures & de quelques plantes marines, suivant Decandolle. Le second qui est très-général, n'est pourtant pas aussi uniforme, parce que les rapports des branches & des racines avec la tige & les racines princiles varient suivant les espèces, par des raisons que la nature de ces plantes offrira, quand on les aura mieux connues.

§. I. *De la direction des tiges & des racines dans les graines germantes.*

Dodart découvrit en 1699 que les plumules s'élançaient toujours dans l'air, & que les racines s'enfonçaient toujours dans la terre. Un siècle de recherches n'a point encore fourni d'explication satisfaisante de ce phénomène remarquable. Si l'on amasse des glands, des pommes de terre, des marrons dans une serre humide, où l'air circule, ils y seront placés dans toutes les directions relativement à l'horizon ; cependant, quoiqu'il y en ait un très-grand nombre qui écartent les radicules & les plumules de la position naturelle qu'elles doivent avoir, toutes les radicules gagneront la terre en se courbant plus ou moins, quand elles ne seront pas placées pour la gagner d'abord, & toutes les plumules s'élanceront de même vers le ciel, après avoir vaincu tous les obstacles qui semblaient s'y opposer. Quelle est la cause de cette tendance universelle de toutes les radicules vers la terre, & de toutes les plumules vers le ciel ? Il n'y à peut-être

aucun botaniste qui ne se soit fait cette question, & chacun d'eux en a senti l'importance.

Si l'on prend avec Duhamel un gland, une fève, un marron; si on les place dans un tube dont le milieu soit rempli d'une terre humide, retenue en tous sens dans le tube; si le tube est placé de manière qu'une de ses ouvertures regarde la terre & l'autre le ciel, on observera la graine germée, dont la radicule tendra vers le centre de la terre, & la plumule s'élevera dans la direction opposée; alors, si l'on renverse le tube, au bout de quelques jours, la radicule & la plumule reprendront la direction qu'elles avaient précédemment; on ne trompe pas ce penchant de la plante, si l'on retourne encore plusieurs fois le tube de la même manière, on voit toujours la plumule & la radicule fidelles à leur première direction, & l'on trouve sur elles, les petites courbes qu'elles ont décrites, pour revenir à leur première position relativement à l'horizon: mais ce qui me paraît rendre ce phénomène encore plus singulier, cette obstination des plumules & des radicules plus remarquable,

c'est que c'est presque le seul moment où les plantes la font observer ; on voit les branches plantées par le petit bout s'enraciner, & le gros bout donner des feuilles ; j'ai vu des jeunes saules dont j'avais mis la tête dans l'eau & laissé les racines en l'air, pousser des racines hors de leurs branches, & couvrir leurs racines de feuilles ; on peut obtenir les mêmes résultats dans la terre humide ; il est vrai que ces branches & ces racines ne donnent naissance à ces productions extraordinaires que lorsqu'il y a des déchirures, des bourrelets, ou des consoles de nœuds, de boutons & de feuilles, ce qu'on ne trouve pas d'une manière suffisamment prononcée dans la plantule de la graine.

Ce phénomène était trop piquant pour laisser oisive l'imagination des physiciens ; ils ont fait plusieurs hypothèses plus ou moins ingénieuses pour l'expliquer ; mais l'observation & l'expérience ont bientôt fait sentir qu'elles étaient ou insuffisantes ou mal fondées ; je ne veux point entrer dans leur examen, cela me menerait trop loin ; on les trouvera très-bien exposées par Reynier, ce botaniste distingué, dans le *Dictionnaire*

d'agriculture de l'Encyclopédie méthodique, & on pourra consulter leurs auteurs eux-mêmes, Dodart, Astruc, Delahire, Parent & Basin dans les *Mémoires de l'Académie des sciences de Paris.*

Pourrait-on parvenir à trouver la solution de ce problême en cherchant les rapports des différentes substances qui peuvent agir sur les plantes ? Serait-ce la *terre* ? Mais dans les graines enterrées à une certaine profondeur, la plumule & la radicule ont les mêmes rapports avec elle, & dans le moment de la germination ou un peu après qu'elle s'est opérée, la radicule est sur-tout nourrie par le fluide que les cotylédons lui préparent. Duhamel observa le même penchant, soit que la graine fût couverte par une couche mince de terre, ou par une couche épaisse, soit que le côté supérieur fût couvert par une couche épaisse, & l'inférieur par une couche mince, ou réciproquement. Serait-ce l'*eau* ou l'humidité qui exercerait une action particulière sur le germe ? mais un gland placé entre deux éponges également humides, & suspendu au plafond de cette manière, dirigea sa plumule vers le ciel, & sa radi-

cule vers la terre; la même chose arrive, quand le gland est soutenu ou couvert par une seule éponge humide, ou quand il est plongé sous l'eau de même que les pois; Serait-ce l'*air* qui produirait cet effet? Mais quand les graines sont couvertes de terre à une certaine profondeur, l'air agit sur elles de la même manière dans toute leur surface; & la petite surface des plumules & des radicules ne permet pas de supposer que l'air agisse d'une manière particulière sur ses différens points, d'autant plus qu'on ne remarque plus cet effet sur la plante adulte. Serait-ce la *lumière*? mais la plumule & la radicule sont également blanches, également étiolées dans les graines qui germent sous la terre; d'ailleurs les graines qui sont exposées sur le terrain humide à la lumière sans être recouvertes, germent de la même manière que les graines enterrées. Serait-ce la *chaleur* de l'atmosphère relativement à la fraîcheur de la terre? Mais Duhamel retint dans le milieu d'un tube une certaine quantité de terre, où il sema des graines; la chaleur était bien alors la même dans la partie qui regardait le ciel & celle qui re

gardait la terre; cependant la radicule & la plumule ne se dévoyèrent pas. Le même physicien plaça un vase où il avait semé des graines dans une couche de fumier, & il le couvrit avec un réfrigérant toujours rempli d'eau fraîche; cependant la plumule & la radicule suivirent leurs routes ordinaires. Peut-être les vapeurs chargées d'*électricité* jouent ici un rôle remarquable; mais les radicules, les plumules sont également enveloppées dans ces vapeurs; elles sont également conductrices de ce fluide; & j'ai fait voir qu'il est au moins douteux que l'électricité influe sur la végétation. Peut-être les *cotylédons* dont les vaisseaux débouchent dans la radicule, la développent d'abord par les sucs qu'ils y versent, & déterminent ce développement dans le sens de l'impulsion du fluide; cette idée m'a plu un moment; mais, quand la radicule se courbe pour gagner la terre, la première direction est changée; il faudrait que toutes les graines fussent placées de manière à profiter de cette impulsion, & où serait la force qui produirait les torsions de la radicule pour gagner la terre, lorsqu'elle n'aurait pas cette place de préférence ?

Tout paraît commun aux radicules & aux plumules ; mais avec un peu d'attention il est possible de remarquer entr'elles quelques différences, la plumule par elle même ne saurait rien tirer de la terre & des cotylédons ; elle périt quand la radicule est retranchée, au lieu qu'on peut souvent retrancher la plumule sans nuire à la radicule ; mais, si cela peut jusqu'à un certain point montrer quelques affinités entre le terrain humecté & la radicule, cela n'explique pas pourquoi elle cherche le centre de la terre & pourquoi la plumule gagne le zénith. Tout cela me porte donc à soupçonner que cette tendance dépend de quelque mécanisme attaché à l'organisation, & que ce mécanisme se trouve placé dans le collet de la radicule. Je ne prétends pas donner la solution de ce problême, mais je crois indiquer un moyen pour la trouver, sur-tout, si on le combine avec ceux que l'organisation des graines pourrait fournir ou manifester à l'époque de la germination.

§. II. *De la disposition des branches & des racines.*

La direction des branches & des racines s'écarte plus ou moins de son état naturel suivant l'action que la lumière, l'air, les corps environnans exercent sur elles. Une plante enfermée dans une chambre porte ses branches vers les fenêtres. Un arbre au milieu d'une forêt, s'éleve avec rapidité pour mettre sa tête au-dessus des autres, & s'il ne peut gagner le haut, il s'avance vers les clairières; on observe la même chose en faisant végéter une plante dans un tube opaque & un peu long, ouvert par le haut, ou en couvrant des herbes avec une planche qui en soit un peu éloignée; dans le premier cas la plante cherche à sortir du tube, dans le second elle s'échappe par les côtés de la planche. Les branches d'un espalier fuient les murs, sur-tout quand elles sont exposées en plein soleil.

Dans les arbres touffus les branches du sommet font un angle plus aigu avec la tige, que les branches basses qui sont presque parallèles au sol, comme on le voit dans les

noyers,

noyers ; les premières s'élancent en hauteur pour chercher la lumière, l'air &c., les secondes tendent à dépasser les branches supérieures pour jouir du même bénéfice.

Dodart découvrit ce parallélisme des branches basses au terrain dans les pentes comme dans les plaines. L'arbre né de graine & laissé à sa place pousse une tige droite, les boutures donnent souvent des plantes mal-bâties, parce que leurs boutons ont été déjà plus ou moins influencés par des circonstances particulières.

Les fleurs s'inclinent vers la lumière, quelques-unes, comme le tournesol, sont *héliotropes*, elles tournent sur leurs pédoncules & même sur leurs tiges comme sur un pivot, pour suivre le soleil. De la Hire & Hales expliquent ce phénomène par l'action du soleil sur les fibres des pédoncules ou de la tige, qui les racourcit en les desséchant & qui les fait incliner ; mais mes expériences qui prouvent que la transpiration est proportionelle à la suction, montrent que l'héliotropisme ne pourrait s'opérer de cette manière, que lorsque les sucs tirés ne pourraient plus remplacer les sucs évaporés ; d'ailleurs dans cette

hypothèse toutes les plantes seraient également héliotropes. Cet héliotropisme comme le mouvement de nutation ne serait-il pas produit par l'action du soleil pour tirer le gaz oxygène hors des parties vertes qui deviennent plus flasques, quand ce gaz en est sorti par la décomposition de l'acide carbonique ; cette évacuation rapide ne se remplace pas d'abord, & elle ne se fait pas avec autant d'abondance dans la partie de la tige ou du pédoncule qui est à l'ombre. Si toutes les plantes ne sont pas également soumises à cette influence, c'est parce que leurs parties vertes ne donnent pas une égale quantité de gaz oxygène. Dans cette supposition la partie privée de son gaz oxygène ou de son acide carbonique, céde à la tension de celle qui en est remplie ; aussi quand on fait faire à ces plantes un demi tour, elles se tournent en sens contraire, ou elles se courbent, après s'être redressées ; les plantes herbacées plus tendres & plus succulentes sont plus héliotropes que les autres, parce qu'elles rendent plus de gaz oxygène. La chaleur & la lumière d'une bougie ne produisent pas cet effet, mais dans un lieu obscur les plantes se

dirigent toujours vers le plus petit filet de lumière. J'ai remarqué constamment que les tiges & les feuilles des hyacintes & des narcisses se courbaient pendant la nuit vers l'ouverture de la cheminée sur laquelle on les plaçait, quoique les parois du canal qu'elles touchaient, fussent encore assez échauffées.

Bonnet a vu que les feuilles des arbres avaient toujours leur surface vernie tournée vers le ciel, & que lorsqu'on tordait leurs branches pour exposer au soleil la surface inférieure des feuilles, elles reprenaient leur première position dans un tems assez court: ce retournement se répète plusieurs fois en changeant la situation des feuilles, mais la rapidité du retournement diminue, lorsqu'il devient fréquent ; enfin le retournement s'opêre sur la feuille entière, sur ses parties à l'obscurité, à la lumière ; mais il est plus prompt, quand l'air est chaud & le ciel serein. Je parlerai encore de ce mouvement.

Les racines doivent avoir la même position relativement à la racine principale, que les branches relativement à la tige, ou les rameaux par rapport aux branches. Ces petites racines comme ces petites branches sor-

tent des boutons répandus dans un ordre déterminé sur les branches & les racines : cet ordre doit être le même sur les unes & les autres, puisque les racines fournissent des branches & des feuilles dans l'air, tandis que les branches fournissent en terre des racines & leurs ramifications ; enfin j'ai vu dans la menthe & les saules élevés au milieu de l'eau dans la situation naturelle & la situation renversée, les racines se développer toujours au-dessous des branches, & les branches au-dessus des racines.

SECTION CINQUIÈME.

De quelques effets particuliers de la végétation, & sur-tout de celle des feuilles.

CHAPITRE I.

INTRODUCTION.

LES phénomènes généraux intéressent, parce qu'ils offrent l'explication des phénomènes particuliers; mais l'étude de ceux-ci a son agrément & son importance, elle nous fait connaître ce qui frappe continuellement nos sens; elle vérifie les lois de la nature, qu'on croit avoir trouvées, en montrant leur énergie; enfin elle peut dévoiler de nouvelles lois qu'on n'avait pas apperçues.

J'examinerai ici la feuillaison, la chûte des feuilles, leur couleur, l'étiolement, le sommeil des plantes. Ce que je dirai sur ces

matières curieuses, suppose tout ce que j'ai déjà dit en faisant l'histoire des feuilles, en parlant de l'influence de la lumière sur elles, de la suction, de la transpiration, de la décomposition de l'acide carbonique &c.; mais tout est tellement lié dans les opérations de la nature, qu'un phénomène tient à tous les autres, & qu'on ne peut en connaître un profondément, qu'après les avoir tous pénétrés.

CHAPITRE II.

De la feuillaison.

LA feuillaison rend chaque année aux plantes pérennes dans le printems, les feuilles qu'elles ont perdu en automne. La feuillaison ou la foliation, comme dit Lamarck, indique la naissance des plantes annuelles & le renouvellement des vivaces; cependant parmi les unes & les autres, il y en a qui produisent leurs fleurs avant leurs feuilles, comme les tussilages; à l'égard des plantes vivaces, chacun a observé dans quelques arbres l'anticipation des fleurs sur les feuilles.

Toutes les plantes ne renouvellent pas leurs feuilles dans le même tems. Les mousses & les pins en sont couverts pendant l'hiver. Les gramens & les liliacées les prennent au printems, divers arbres étrangers en été, & quelques mousses en automne. Adanson a cru avec raison qu'il faut une certaine somme de chaleur, dans un tems donné, pour pro-

duire ce développement ; ce qui paraît également vrai pour la germination, la fleurairaison, la fructification & les autres événemens de la végétation ; la température de l'air influe manifestement sur la feuillaison ; les rosiers se couvrent de feuilles pendant l'hiver dans les serres chaudes, qui remplacent pour les plantes des tropiques, le soleil de leur patrie.

Linné, dans le troisième volume des *Amœnitates academicæ*, a traité ce sujet ; sa dissertation *Vernatio arborum* contient des observations faites pendant trois ans dans dix-huit provinces de la Suéde, entre le 60e. & le 80e. degré de latitude ; on y voit la feuillaison soumise à une certaine loi ; celle d'une plante annonce celle des plantes qui se feuillent avec elle ; la profondeur des racines en terre n'influe point sur ce phénomène qui paraît tout-à-fait dépendant du tissu de la plante & de son organisation, comme je l'ai déjà observé.

Il paraît d'abord que le tems de la feuillaison varie comme les circonstances ; il dépend jusques à un certain point de la longueur & de l'intensité de l'hiver ; quand il a été court & doux, les feuilles paraissent plus tôt. Cette

connaissance déterminerait mieux, pour un lieu donné, le tems des travaux de la campagne, que nos insignifiantes observations du thermomètre ; celles-ci n'indiquent que la température de l'air dans le moment où on les fait ; celles-là montreraient l'influence de la chaleur de la terre sur la végétation elle-même, elle n'est point proportionnelle à la température d'un moment, mais à la chaleur emmagasinée, dont les progrès des plantes sont la meilleure mesure. On attend ainsi dans notre département la feuillaison des arbres les plus tardifs pour sortir les orangers de la serre. On pourrait fixer par des procédés analogues, l'époque de semer les différentes graines. On juge par ce moyen, en lisant les géorgiques de Virgile, que le climat de l'Italie n'a pas changé.

Linné apprend que le bouleau indiquait en Suéde par sa feuillaison, le tems de semer l'orge ; mais, comme Adanson l'observe, pour rendre ces observations utiles, il faudrait avoir un terme moyen entre les plantes les plus hâtives de la même espèce, & celles qui le sont le moins ; remarquer les différences entre les années les plus précoces & les plus

retardées ; noter d'après le thermomètre les plus chaudes & les plus froides ; marquer les jours où il cesse de geler pendant la nuit, & ceux où le thermomètre montre au moins 10°. , parce qu'alors la végétation commence à s'établir ; enfin prendre un terme moyen entre les extrêmes de chaque observation de cette espèce. Adanson a fait ce travail utile pour le climat de Paris, & il en donne les tables dans la belle préface de ses *Familles des plantes*

Ces tables apprennent que le développement des plantes vivaces printanières se fait avec une somme de chaleur moindre dans les années hâtives que dans celles qui sont tardives ; parce que la terre n'ayant pas été gelée pendant l'hiver, a moins perdu de sa chaleur, & quoique tout le reste soit égal, le nombre des degrés de chaleur pour le développement des feuilles, des fleurs, des fruits, est le même dans les années avancées que dans les années retardées ; la différence se trouve dans la répartition de cette chaleur qui convient à chaque individu, & qui produit la différence du tems où la plante fleurit dans des années différentes.

Les années les plus chaudes ne sont pas toujours les plus hâtives; mais celles qui sont le plus tôt chaudes sont toujours les plus précoces.

On observe assez généralement que la végétation des arbres les plus printanniers ne commence & ne continue que lorsque le thermomètre indique 9 ou 10° au-dessus de zéro; mais qu'elle s'arrête tout-à-fait, quand le thermomètte est au-dessous. Le marronier & le tilleul demandent pour se feuiller, que le thermomètre soit au-dessus de 10°. L'orge végète quand le thermomètre est entre 8 & 10°.

On pourrait prévoir de cette manière si le printems sera hâtif, en comparant la chaleur de l'air au printems avec le froid de l'hiver, & deviner le tems de la feuillaison, puisqu'on saurait la quantité de chaleur nécessaire pour la produire. On calculera de la même manière le tems de la fleuraison & de la fructification.

Il paraît de là qu'il serait facile de faire, pour les agriculteurs & les jardiniers, un thermomètre d'une grande utilité, en notant à côté de ses différens degrés celui qui con-

vient à la feuillaison ou à la fleuraison de quelques plantes communes observées dans ce but ; on dirigerait ainsi plus surement les opérations de la campagne. Si l'on parvenait à savoir combien il faut de degrés de chaleur additionnés ensemble pour conduire une plante à sa perfection, on déterminerait la durée des plantes annuelles pour chaque année, & l'on saurait pourquoi une plante annuelle du Cap de Bonne-Espérance vit deux ou trois ans en France.

Il faudrait faire pour chaque canton ce qu'on a fait il y a quelques années à Genève, où l'on mettait à la fin des observations météorologiques, publiées dans le Journal, la fleuraison de quelques plantes annuelles pendant huit jours. Cette météorologie serait bien plus instructive pour l'agriculture que les observations laborieusement faites avec nos instrumens, sur-tout, si l'on y joignait une histoire abrégée des champs, des prés & des vignes.

On pourra demander ici pourquoi le Daphne mezereon, l'hépatique & les tussilages qui fleurissent au printems, ne fleurissent pas de même en automne, quoique ces plan-

tes éprouvent alors la même chaleur, & trouvent la même humidité; mais on voit bientôt que les boutons ne peuvent s'épanouir que lorsqu'ils ont reçu un certain développement, & qu'ils ne l'acquièrent qu'au bout d'un tems déterminé; aussi, lorsque des circonstances particulières hâtent ce moment & le complètent en automne, alors la chaleur de cette saison suffit pour tirer des boutons les fleurs qu'ils renferment, comme on l'observe quelquefois sur les cerisiers, les poiriers & les abricotiers.

CHAPITRE III.

De la chûte des feuilles.

Les phénomènes qui paraissent les plus simples offrent souvent par leur obscurité de grands obstacles pour y porter la lumière qu'on aimerait répandre sur eux; celui de la chûte des feuilles en est une preuve. Le plus grand nombre des arbres & des arbustes quittent dans nos climats leurs feuilles en automne. Quelle en est la cause? Ce phénomène qui se renouvelle chaque année, est encore très-difficile à expliquer. Duhamel, dans sa *Physique des arbres*; Murray, dans les *Mémoires de l'Académie de Gottingue*; Vaucher, dans un *Mémoire* lu à la Société d'histoire naturelle de Genève, offrent quelques idées pour en rendre raison, & m'aideront à éclairer ce sujet difficile.

Tandis que plusieurs arbres & arbustes perdent leurs feuilles long-tems après la fleuraison & la fructification, les herbes péris-

sent pour l'ordinaire après avoir donné leurs fruits. La cause de cette différence est sans doute dans l'organisation des plantes. Les herbacées ont un tissu plus lâche, plus spongieux, des vaisseaux d'un calibre plus large, leurs feuilles tirent à la vérité l'eau d'une manière égale par leurs deux surfaces; mais malgré cette facilité d'humectation, elles perdent la vie pendant l'été, quand elles ont parcouru tous les événemens de leur histoire; au lieu que les arbres & les arbustes perdent leurs feuilles sans perdre la vie; ce que j'ai dit sur la nutrition des plantes permet de croire que les herbes développent dans une saison tous les réseaux que le germe leur avait fourni, & que les arbres & arbustes ne peuvent développer ceux qui constituent leur nature qu'au bout d'un tems considérablement plus long.

La chûte des feuilles dans les plantes herbacées est produite ou par une maladie qui les affecte, ou par quelques accidens particuliers, ou par le desséchement de leurs tiges, quand ce n'est pas celui de toute la plante. Les maladies, les accidens font aussi tomber les feuilles des arbres & arbustes;

mais elles tombent toutes communément à une époque déterminée.

La durée des feuilles sur les arbres & arbustes est très-variable ; il y en a qui les gardent, comme les oliviers, les citronniers, les myrtes dans le midi de l'Europe. Les pins & les genévriers sont toujours verts dans les climats septentrionaux. Il y a aussi quelques herbes toujours vertes, comme l'*elleborum fetidum* & les mousses ; mais il ne faut pas croire que les arbres toujours verts gardent toujours leurs feuilles. L'olivier, le lentisque les perdent toutes les années dans la serre, sur-tout, lorsque les nouvelles commencent à pousser ; on l'observe de même dans les pins, les buis &c., mais on remarque qu'avant leur chûte, elles prennent une couleur plus foncée.

Il y a des arbres dont les feuilles se sèchent en automne, & qui restent attachées aux arbres jusqu'au printems, comme on le voit dans le chêne & dans le charme ; enfin la plupart des arbres & arbustes perdent en automne toutes leurs feuilles.

On est frappé, quand on voit à la fin de l'été les feuilles changer leurs couleurs ; elles

elles jaunissent avant de tomber sur le tilleul & le peuplier; elles tombent rouges du *rhus toxicodendron* & *diervilla*; elles ont alors une couleur brune dans le noyer & le *spirea hipericifolia*; leur couleur est rouge sombre dans l'*uva crispa* & le *ribes*; elle devient bleue sombre dans le chèvre-feuille; elle reste verte dans le cerisier, le frêne & quelques autres plantes.

Il paraît que la surface supérieure des feuilles est la première qui change sa couleur, comme dans la vigne. On observe les premiers changemens à leurs extrémités & dans leurs bords. Le vert m'a paru se conserver plus long-tems autour des nervures; la surface inférieure est la dernière qui s'altère. Serait-ce parce que le réseau qui la forme est différent, ou parce qu'elle s'humecte plus facilement & davantage?

Il y a des plantes dont le pétiole & les vaisseaux rougissent avant leur chûte, comme dans le rosier, le platane occidental. Serait-ce une espèce de panachure?

On peut prévoir la chûte des feuilles, lorsque leur surface supérieure devient convexe au soleil, elle est concave au printems;

il faut donc qu'il se soit fait un changement dans les réseaux des feuilles. L'humidité agit sans doute plus fortement au printems, les réseaux sont plus tendres, les liqueurs les pénètrent avec plus d'abondance, & pour peu que le réseau supérieur soit paralysé, on comprend fort bien que l'action du soleil sur lui doit être tout-à-fait différente; il agit alors pour le dessécher & en tirer l'oxygène, ou faciliter sa combustion par le gaz oxygène de l'air commun qui le touche.

Murray avait observé ce changement de la surface supérieure, quoiqu'il ne fît pas encore bien froid, sur l'*opulus*, *evonymus europæus*, *ribes niger*, *vitis laciniata*; le bord des feuilles, suivant ce botaniste, pourrait s'être rétréci, ou l'affaissement causé par la faiblesse aurait pu faire tomber ses bords, ou tuer ses extrémités avant le reste, & produire cette convexité. Si une grande feuille adhérente à son pétiole, est en même tems flasque, ses bords pendront, & elle deviendra convexe du côté du ciel; mais il me semble que mon explication est préférable à celle-ci, elle me semble plus proportionnelle à l'effet, elle est beaucoup plus dans

l'analogie de la nature, ou plutôt de ce que l'on connaît sur l'organisation des feuilles; mais l'explication de Murray peut fournir un moyen subsidiaire à celui que je propose, qui me paraîtrait pourtant suffisant.

Quelques feuilles se sèchent avant de tomber; d'autres sont succulentes, lorsqu'elles quittent leurs rameaux, toutes abandonnent leur position naturelle, & deviennent pendantes avant leur chûte, comme on le voit sur-tout dans le mûrier blanc. Enfin la plupart des feuilles tombées se roulent du dessus en dessous, de manière qu'elles présentent à l'extérieur leur surface inférieure; ce qui confirme mon explication précédente, puisque le réseau inférieur, conservant sa force, contraint d'abord le supérieur; mais ensuite le réseau inférieur, perdant son énergie en perdant sa faculté d'attirer l'humidité, il est entraîné par le réseau supérieur qui est desséché & retiré, comme la feuille de velin. On voit ici que le réseau cortical des feuilles qui se roule en sens contraire sur chacune des deux surfaces, cause tous les changemens que la chaleur & le froid, l'humidité & la sécheresse font éprouver à la forme de la feuille; mais

cela est sur-tout sensible, lorsque la feuille est prête à tomber, parce qu'elle est moins humectée par les fluides qu'elle élabore.

La base du pétiole plus large que le reste s'implante dans une espèce de bourrelet; l'union du rameau & du pétiole est intime, celui-ci ne cède pas facilement à cette place, quand la plante végète, mais la force de cette union diminue, quand le tems de la chute approche, alors un vent très-leger suffit pour le détacher.

La chute des feuilles simples diffère de la chute des feuilles composées. Les premières tombent avec leurs pétioles, comme quelques feuilles composées; mais dans le plus grand nombre de celles-ci les folioles tombent avant le pétiole commun.

La température de l'air qui détermine la feuillaison, détermine aussi jusques à un certain point la chute des feuilles; cependant les feuilles paraissent rester plus long-tems sur les jeunes arbres, que sur ceux qui sont plus âgés; on voit aussi les feuilles des arbres qui ont porté du fruit, tomber plutôt que celles des arbres stériles, & les feuilles des rameaux inférieurs tomber les premières;

mais la gelée fait tomber d'abord les feuilles des rameaux supérieurs.

Il paraît que la chute des feuilles n'a aucun rapport avec la fleuraison ; les arbustes qui fleurissent les premiers ne sont pas ceux dont les feuilles tombent le plutôt. Le noisetier & le tremble qui fleurissent les premiers sont les derniers à poser leurs feuilles. Il y a plus de rapport entre la chute des feuilles & la feuillaison. Les premiers arbres feuillés sont pour l'ordinaire les premiers qui se défeuillent : cependant le sureau qui pousse ses feuilles de bonne heure au printems, les quitte fort tard.

Comment les pétioles qui sont si adhérens aux branches quand ils végètent, perdent-ils cette adhérence ? Comment se rompent tous ces vaisseaux qui unissent les feuilles à leurs rameaux ? La solution de ces questions facilitera celle qu'on peut donner sur la chute des calices, des écailles, des graines, des boutons & des fruits.

Il faut observer d'abord que les pétioles ne perdent point leur adhérence aux rameaux dans un moment, que leur union avec eux diminue insensiblement, qu'ils sont moins

adhérens au commencement de l'automne qu'à la fin de l'été ; que la végétation après avoir été vigoureuse en fructidor, devient ensuite chaque jour moins forte ; que les feuilles tirent alors moins d'eau, rendent moins de gaz oxygène, & décomposent moins d'acide carbonique.

La saison de la chute des feuilles a fait croire que le froid jouait le rôle principal de cet événement ; il est vrai que lorsqu'il est précoce, la chute des feuilles est plus prompte : cependant les feuilles tombent dans les serres où la chaleur est à peu-près toujours égale ; les arbres méridionaux perdent leurs feuilles les premiers. Les feuilles tombent plutôt après un été chaud, qu'après un été plus frais. Les myrtes placés en hiver dans la serre y perdent plus vîte leurs feuilles qu'en plein air. Le froid contribue pourtant à la chute des feuilles ; on voit souvent après une forte blanche gelée, les vignes totalement dépouillées des feuilles qui les couvraient la veille. Il est certain que le froid diminue la capacité des vaisseaux des plantes, condense leurs fluides, ralentit leur suction & leur évaporation. Il est certain que la séve monte avec

moins de vîtesse & en moindre quantité dans les plantes pendant l'automne, que pendant l'été & le printems, comme je l'ai prouvé par des expériences, & comme l'ascension abondante de la séve au printems & au milieu de l'été, est la cause du grand développement des végétaux, dans ces deux époques; on peut croire que le grand ralentissement du cours de la séve & l'altération qu'elle doit éprouver par le changement de la température, influent plus ou moins sur la chûte des feuilles; la séve est alors beaucoup plus aqueuse, elle contient moins d'acide carbonique; la transpiration en fructidor est à celle de la fin de vendémiaire, comme 9 : 2 $\frac{1}{2}$, l'humidité de l'air qui est beaucoup plus grande, remplit la feuille d'un suc qu'elle ne peut élaborer, & favorise l'engorgement de ses vaisseaux. Les feuilles changent de couleur, le gaz oxygène de l'air commun dissipe plus de carbone, que l'acide carbonique de la séve ne peut leur en rendre, elles prennent la couleur des plantes étiolées; mais toutes ces considérations qui sont plus ou moins influentes sur ce phénomène, n'en paraissent pourtant pas la cause prochaine.

On peut croire que les feuilles perdent une partie de leur nourriture, quand elles sont sur le point de tomber, puisque le sommet de la feuille perd sa couleur avant la base, que ses parties les plus extérieures périssent les premières, & que le parenchyme se conserve vert plus long-tems autour des grosses nervures que par-tout ailleurs, sans doute parce qu'elles avoisinent les gros vaisseaux des sucs nourriciers.

Il faudrait peut-être s'assurer, avant de songer à l'explication de ce phénomène, si la maladie de la feuille précède celle du pétiole; alors on saurait si le pétiole tombe, parce que la feuille ne le nourrit plus, ou si la feuille tombe, parce que le pétiole est malade. Il est certain que quand les feuilles tombent, elles semblent plutôt se détacher que se rompre, comme on s'en apperçoit, lorsqu'on veut les prendre; il y a des momens où l'attouchement seul les place dans la main, où le soufle du zéphyre les emporte dans l'air; il paraîtrait donc que leur chute est preparée depuis long-tems. En été il faut un effort pour séparer la feuille du rameau; on découvre alors à la base du pétiole quel-

ques places blanches qui sont rompues & plus humides que le reste ; on voit ces places sur le rameau où la feuille reposait, & on les a regardées avec raison, comme des faisceaux de vaisseaux ou de fibres qui attachent la feuille au rameau & qui s'épanouissent pour former le réseau de la feuille. Ces points sont manifestement plus verts dans le groseiller que le reste de l'empattement du pétiole ; on voit ces fibres verdâtres se prolonger dans le pétiole où l'on peut les suivre ; mais d'un autre côté ces fibres & ces vaisseaux se prolongent dans le rameau, ou ils se terminent probablement dans le réseau de la fibre où était implanté le germe de la feuille ; mais c'est à la jonction du rameau avec le pétiole, que se fait la solution de continuité dont on cherche la cause.

J'ai prouvé que les plaies les plus grandes faites aux feuilles, ne les font pas tomber ; il y en a dont le parenchyme a été presque entièrement détruit par les chenilles mineuses, & qui tiennent encore fortement à l'arbre ; elles y tiennent même, quand elles sont jaunes, si leur pétiole n'a pas jauni ; mais elles tombent en les touchant, quand le pétiole a

perdu sa couleur verdâtre ; ce qui me fait croire que la feuille souffre, parce qu'elle est mal nourrie, & que la feuille tombe, quand l'altération du pétiole est complète. Comme les feuilles des plantes annuelles périssent avec elles, on peut augurer que les feuilles des arbres & arbustes ne tombent que parce que les alimens cessent de leur arriver, ou parce que ces alimens sont mal préparés & ensuite mal élaborés, ou enfin parce que les sucs alimentaires génés dans leur cours, ne fournissent pas aux feuilles une nourriture suffisante: on peut aisément soupçonner une altération ou une diminution dans les sucs nourriciers, & même une différence dans l'élaboration que ces sucs reçoivent par l'état de quelques feuilles ; celui des feuilles qui rougissent est différent de celui des feuilles vertes ; les premières rougissent l'eau & fournissent une plus grande quantité de matière extractive par l'eau, que les autres qui sont plus résineuses.

Le pétiole qui souffre rend véritablement la feuille malade ; les feuilles des branches coupées ne tombent pas, quand la végétation est belle; j'ai vu des feuilles adhérer

fortement en frimaire à des rameaux coupés en fructidor ; elles se cassent alors parce que le pétiole est sec, mais elles ne se détachent pas mieux que lorsque le rameau est frais. En observant les feuilles du figuier dont le pétiole est assez long, je l'ai vu jaunir avant la feuille, & tandis que les pétioles verts laissaient échapper en automne, quelques gouttes de leurs sucs laiteux, lorsque je les détachais de l'arbre, les pétioles jaunes n'en donnaient point alors ; ce qui me semblerait confirmer que la maladie du pétiole détermine celle de la feuille, & que le suc est arrêté au-dessus vers leur insertion, puisqu'on le trouve au-dessous dans l'écorce. Toutes les feuilles jaunes ont leur pétiole jauni. Les fibres & les vaisseaux des pétioles & des feuilles prêtes à tomber, perdent leur transparence ; cela n'annoncerait-il pas l'épaississement des sucs qui y croupissent ?

Il est certain que le parenchyme de la feuille tombée a souffert ; mais il me paraîtrait que la cause de cette altération n'est pas tant la qualité des sucs qui y sont entrés, que leur petite quantité, puisque le parenchyme

de l'écorce qui ressemble beaucoup à celui de la feuille, conserve sa couleur verte pendant l'hiver, comme pendant l'été; cependant les arbres sont pleins de sucs, quand les feuilles tombent; il faut donc que les plantes en tirent moins, parce que les pétioles ne peuvent plus leur en fournir la même quantité; les feuilles des arbres bien nourris tombent plus tard, que celles des arbres faibles; il est vrai que les feuilles ne transpirent plus aussi facilement l'eau qu'elles recoivent par leurs surfaces, parce que l'action du soleil sur elles est plus courte & moins énergique, tandis que l'humidité de l'air est plus grande: on voit tomber les feuilles des plantes renfermées pendant l'été dans un lieu obscur & humide, parce que la transpiration qui est fort diminuée laisse accumuler & croupir les fluides dans leurs vaisseaux, & sur-tout dans les bourrelets de leurs pétioles où ils abondent. Les arbres accoutumés à un sol fort sec tombent de même, lorsqu'il pleut beaucoup, ou lorsqu'on les transporte dans des sols fort humides. Les feuilles huilées tombent souvent & noircissent, parce qu'elles ne transpirent plus, mais l'action de l'huile sur elles dérange

trop leur organisation pour tirer quelques conséquences de cette expérience.

On peut presque conclure à présent que la cause de la chute des feuilles est dans la base de leur pétiole, mais il faut encore chercher celle de la chute du pétiole lui-même. Je ne vois guères de choix, que dans deux opinions qui méritent une grande attention. La première dont je vais m'occuper est de Vaucher, botaniste vraiment philosophe, elle est nouvelle à tous égards. Il établit d'abord que les points par lesquels le pétiole adhère à la tige, sont après la rupture nets & tranchés, que cette section est semblable dans les individus de la même espèce, tandis qu'elle est inégale dans les autres portions du pétiole qu'on veut rompre, parce que les fibres s'y rompent en tous sens, ce qui indiquerait que la section a été préparée par la nature; il paraîtrait de là que les fibres du pétiole ne sont pas un prolongement de celles de la branche, qu'elles en sont séparées, mais rapprochées par une espèce de soudure, & que les organes propres à élaborer les sucs de la feuille & à les lui envoyer, sont placés dans cette solution de continuité, qui ne se ma-

nifeste qu'à la base du pétiole; les feuilles ne tombent qu'en automne, parce que les parties de la tige sont plus dures & ligneuses, que celles du pétiole, quoique d'abord elles en différent peu; elles paraissent en même tems; mais quand le pétiole est entièrement développé la tige ne lui fournit plus de sucs, leur communication s'interrompt, la tige qui continue à croître, déchire le pétiole & ils se séparent; la cicatrice semble faite, à mesure que la feuille est prête à tomber, & le pétiole adhère pour l'ordinaire dans son milieu, tandis que son adhérence est rompue dans ses bords. Quant aux folioles des feuilles composées qui sont retenus par le parenchyme, ils tombent dès qu'ils cessent d'être nourris par le pétiole; les fibres se désunissent & le moindre mouvement les fait tomber. Si les feuilles inférieures tombent les premières, c'est parce que le bois y est plus parfait; tout ce qui dérangera l'organisation, comme la gelée, fera tomber les feuilles, parce que cela diminuera l'adhérence de leurs pétioles. Enfin Vaucher observe que les feuilles des arbres qui doivent tomber sont toutes pétiolées, jamais sessiles, ni décurrentes, ni amplexi-

caules, comme dans les herbes, & les feuilles sont toujours adhérentes aux tiges nouvelles, & jamais aux rameaux de l'année précédente.

Cette théorie vraiment neuve est remarquable par sa grande simplicité, il est à souhaiter que son ingénieux auteur fasse connaître cet organe nouveau, qui forme le point de contact entre la base du pétiole & la branche; il ajoutera un nouveau prix à son heureuse idée.

La seconde opinion qui me paraît très-probable, & que j'ai adoptée il y a quelque tems, se place mieux sous les sens. On a vu que tous les boutons étaient accompagnés de feuilles, qu'ils croissent à leur aisselle, ou plutôt entre le rameau & la base du pétiole, ils se développent continuellement de même que les pétioles qu'ils touchent depuis le printems; mais la séve de l'été occasionne dans les boutons un développement considérable dont les pétioles des feuilles ne sont plus susceptibles, de sorte qu'ils sont fort pressés & perdent une grande quantité de nourriture, qui est encore diminuée par la suction qui est plus faible, tandis que l'humidité de l'air, les brouillards altèrent alors extérieurement

la constitution des pétioles ; ils sont aussi déchirés par l'accroissement des boutons, affamés par la nourriture que ceux-ci leur enlèvent, & souffrans par le contact de l'air; ils se détachent peu-à-peu de la place qu'ils occupaient, pressés par un coin qui agit avec d'autant plus d'énergie que la largeur de son dos devient plus grande, ils s'ébranlent peu-à-peu, & la plus légère impulsion les entraîne ; mais il y a plus, pendant la séve d'été, lorsque le bouton fait le plus grand effort pour grossir, les rameaux eux-mêmes prennent un grand accroissement, & tiraillent la base du pétiole qui ne peut plus s'étendre ; aussi ses attaches se rompent encore par cette cause, & l'on sait que toutes les parties où les feuilles se développent, sont susceptibles d'extension. Ces deux causes, qui sont séparément très-puissantes, acquièrent une nouvelle force par leur action simultanée, & ne laissent aucun doute sur la possibilité d'expliquer la chûte des feuilles par leur moyen.

Je sais qu'on a fait des difficultés contre cette opinion. On a remarqué que le bouton ne se voit presque jamais à l'aisselle

de

de la feuille; mais, s'il est toujours entre le pétiole & le rameau, il produira également l'effet qu'on lui assigne; d'ailleurs il suffit que l'organisation soit dérangée, que la nourriture soit détournée, que les sucs qui sont dans la feuille y séjournent pour la faire tomber, & l'on occasionnera cette chûte en été, si l'on écarte peu-à-peu le pétiole de la feuille de son rameau. On observe que les feuilles qui n'ont pas de bouton à leurs aisselles, ou qui n'en ont que de très-petits, tombent aussi vîte que les autres. Je le crois, quoique je ne connaisse pas des feuilles de plantes ligneuses sans bouton; mais, si la pression est proportionnelle à l'adhérence, le poids de la feuille dans les circonstances où elle se trouve en automne, soit relativement à elle-même, soit relativement à son pétiole, pourrait produire cet effet, & il sera bien plus sûr, s'il y a dans ce moment un bouton quelque petit qu'il soit, prenant de l'accroissement pour favoriser l'action des autres causes. On ajoute qu'il n'y a point de boutons à l'insertion des folioles dans les feuilles composées, & que ces folioles tombent comme les autres feuilles. Cela est vrai, mais

ces folioles ne tombent que lorsque le pétiole commun est entraîné par le bouton qui croît à sa base; l'insertion de ces folioles est manifestement différente de celle des feuilles & de celle qu'ils forment; de sorte que cette conclusion du particulier au général ne saurait être admise; toutes les autres causes qui se réunissent pour faire tomber les feuilles, pourront s'appliquer aux folioles, & elles me paraissent suffisantes pour déterminer leur chûte, sur-tout, si l'on fait attention à l'engorgement des vaisseaux qui les rend plus cassans dans une insertion, ou si l'on veut, à une privation de sucs qui leur ôte toute espèce de ressort. On ne peut nier que dans les platanes, les sumacs, l'*hélianthus* de Desfontaines, où le pétiole enveloppe le bouton, la chûte du pétiole ne puisse être occasionnée par le bouton qui prend un grand accroissement; les autres considérations que j'ai jointes, rendent cette théorie probable pour tous les autres arbres & arbustes, & en montrant qu'il fallait chercher dans la base du pétiole la cause de la chûte de la feuille, je crois avoir augmenté sa probabilité.

Enfin l'on trouve que l'accroissement de la tige ne suffit pas pour l'explication de tous les faits particuliers, & l'on demande pourquoi la fracture n'est pas une déchirure? Je réponds d'abord que je n'ai présenté ce moyen que comme subsidiaire, & s'il n'est pas universel, il me paraît assez général; ensuite la fracture n'est pas une déchirure à cause de l'organisation particulière de cette insertion, parce que ce qui peût se séparer se sépare insensiblement, parce que l'effort agissant uniformément avec lenteur, rompt aussi d'une manière uniforme; d'ailleurs il ne peut pas y avoir un grand écart dans l'espace qui se trouve entre la base du pétiole & la console sur laquelle il repose; enfin on trouve sur le rameau la contre-partie de la section du pétiole, ce qui montre la continuité des fibres qui les unissaient.

Je n'ajoute qu'une réflexion sur cette théorie que j'ai défendue. Le bouton naissant n'est point porté sur une console aussi décidée que celle du pétiole de la feuille, il me semble enté dans l'écorce elle-même, tandis que la feuille est portée sur un bourrelet qui ne tombe pas avec elle; aussi la résis-

tance de la feuille est toute entière dans la partie du pétiole qui est extérieure au rameau ; aussi le bouton, en grossissant, courbe plus ou moins le pétiole, & le pousse en avant ; il se détache alors nécessairement, ses vaisseaux se rompent, la suction diminue, & la base du pétiole desséchée est prête à tomber. J'ai remarqué souvent que la plupart des feuilles qui tombaient, adhéraient au rameau seulement par la partie extérieure de sa base, tandis que la partie intérieure était desséchée.

Les feuilles des arbres de la même espèce ou d'espèces différentes ne tombent pas dans le même tems, parce que les premiers ne sont pas également exposés, que leur végétation n'a pas été aussi forte, qu'ils ne sont pas aussi vigoureux, que leurs boutons ne sont pas semblablement développés, & parce que la différente organisation des seconds entraîne une différence de tems dans leur accroissement, qui influe sur celui des boutons, & par conséquent sur la chûte des feuilles. Le parenchyme des feuilles du sapin diffère peu essentiellement de celui des feuilles des arbres qui perdent les leurs en

automne; mais la compression du bouton sur le pétiole des feuilles des arbres toujours verts est moins forte, parce que la végétation est moins rapide, & les fibres qui attachent ce pétiole peuvent être plus fortes; néanmoins, quand le bouton a pris de l'accroissement pendant l'hiver, & sur-tout au printems, elles commencent à tomber; le parenchyme des gramens, de l'ellebore fétide &c., qui résiste au froid de l'hiver, ressemble à divers égards au parenchyme des plantes que le froid fait périr; mais leurs fluides peuvent être différens, ils peuvent être moins abondans; enfin je remarquerai que le froid désorganise les feuilles, & ne les fait pas tomber au printems comme elles tombent en automne. J'ai observé diverses fois que les feuilles tombent en automne, dans une température supérieure à celle qui les fait pousser au printems; mais le froid hâte leur chûte, parce qu'en resserrant les vaisseaux, il rallentit encore le cours de la séve qui nourrissait les pétioles. Thunberg a vu plusieurs arbres d'Europe transportés au Cap, comme le peuplier blanc, qui y perdaient leurs feuilles en hiver, ce qui n'ar-

rive pas aux arbres africains ; comme on le lit dans son *Voyage à l'Isle de France, à l'Isle de Bourbon & au Cap de Bonne-Espérance* T. I. On trouve que les arbres d'Europe sont à l'Isle de France dans une séve perpétuelle, qu'ils quittent leurs feuilles dans la saison froide qui est notre été ; cependant la chaleur & l'humidité sont égales à celles de nos printems. Les fruits n'y mûrissent point ensemble, mais successivement.

On observe quelquefois dans des étés très-secs & très-chauds, que les feuilles de quelques arbres se dessèchent, & que les pluies ranimant la végétation, développent de nouvelles feuilles qui subsistent plus long-tems vertes sur les arbres que les autres, quoiqu'elles y éprouvent de petites blanches gelées ; mais cela ne peut être produit que parce que les boutons n'ont pas fait assez de progrès pour déterminer la chûte de ces feuilles que les autres causes sollicitaient.

Si les feuilles de chêne & de charme ne tombent pas en automne, on ne peut pas dire que le froid, la maladie, la diminution de leur nourriture, la solution de la continuité de leurs fibres les fassent tomber ; on voit bien

plutôt que le bouton qui n'est pas assez grossi n'a pu déraciner la feuille. Les feuilles qui sèchent en été ne tombent pas, elles se cassent. Il est pourtant important de remarquer que les folioles des feuilles du faux acacia se renversent, lorsque la feuille est sur le point de tomber, les feuilles entières deviennent convexes, ce qui indiquerait qu'elles ne tirent plus alors autant de nourriture, & que le réseau de leur partie supérieure a souffert.

Si toutes ces considérations ne résolvent pas le problême que je me suis proposé sur la chûte des feuilles, il me semble qu'elles mettent sur la voie qu'il faut suivre pour obtenir sa solution complète.

Il est curieux de remarquer que les feuilles séminales ne tombent pas, mais qu'elles se flétrissent; sans doute, c'est parce qu'il n'y a point de bouton qui détermine leur chûte, parce qu'elles ne sont point nourries comme les autres, & qu'elles nourrissent au contraire la plantule qui les porte, aux dépens des sucs qu'elles contiennent, délayés par la séve qu'elles aspirent.

CHAPITRE VI.

De l'étiolement.

Ce sujet semble appartenir à un traité nosologique des végétaux, parce que l'étiolement est une maladie qu'ils contractent à l'obscurité : cependant comme on observe ses effets dans les plantes les plus vigoureuses, dans les feuilles intérieures des choux & des laitues, & dans toutes les plantes qui germent; il m'a paru nécessaire de m'en occuper ici; j'aurais dû peut-être parler auparavant de la couleur des plantes, mais il m'a semblé plus naturel de renvoyer ce sujet au moment, où j'aurai traité celui des fleurs, parce que je pourrai dire quelque chose des nuances qui les peignent. Je me borne donc à la couleur verte des feuilles & des tiges.

§. I. *Définition de l'étiolement & sa découverte.*

L'étiolement naturel se manifeste par une couleur jaunâtre qui teint les végétaux, comme on le remarque dans les cœurs de choux & de laitues ; il devient plus sensible dans ceux auxquels on donne cette maladie ; ils ont non-seulement cette couleur quelquefois plus pâle ; mais ils se font encore remarquer par l'allongement extraordinaire de leur tiges, par la petitesse de leurs feuilles, & la forme singulière qu'elles contractent, enfin par un dépérissement plus ou moins prompt, mais toujours certain.

Ce phénomène avait été observé par Aristote, comme Humboldt l'apprend dans les *Annales de botanique de Usteri T.* 1. *part.* 3. & comme je l'ai vérifié. Le philosophe grec dans son livre περι χρωματων après avoir exposé sa théorie sur les couleurs dit : *quand l'eau & les rayons du soleil agissent ensemble, on a une couleur verte ; un mélange particulier de jaune & de blanc que l'eau & la terre produisent, forme la couleur blanche : c'est pour cela que toutes les parties des plantes sous la terre paraissent blanches,*

comme racines, oignons, tiges &c. tandis que les parties vivantes exposées à l'action du soleil, sont vertes. La couleur blanche est dans ceci une preuve de faiblesse, comme on le voit dans les animaux.

Ray en 1686 avait remarqué l'influence de la lumière sur la production de la couleur verte des plantes. Bonnet porta son œil philosophique sur ce phénomène qu'il éclaira; Meese ajouta quelque chose aux découvertes de Bonnet; je m'en suis occupé de même; ce sont ces travaux que je vais faire connaître.

§. II. *Phénomènes de l'étiolement.*

Je ne décrirai point les moyens employés pour faire ces expériences: ils se bornent à ôter aux plantes d'une manière quelconque, l'action de la lumière. Je vais rappeler ici les résultats les plus importans que ces expériences fournissent.

Bonnet remarque d'abord que si l'on place une plante sous un vase de verre, & si on l'expose ainsi à l'action de la lumière, cette plante est un peu plus allongée & moins verte, qu'une plante semblable qui aurait cru à l'air

libre & au soleil ; les plantes développées dans une obscurité absolue sont étiolées ; cependant avec un peu d'attention j'y ai observé quelques filets verts ; on les voit dans la plantule qui s'échappe de la terre, dans le fond des boutons à fleurs avant leur épanouissement, dans la féve qui germe ; on les retrouve dans les bifurcations de celles qui ont été élevées à l'obscurité.

Bonnet mesura presque les divers degrés de l'étiolement dans ses diverses circonstances ; il le trouva toujours proportionnel à la profondeur & à la durée de l'obscurité. J'ai remarqué que la chaleur influait sur l'étiolement, qu'elle l'augmentait parce que la végétation étant alors plus rapide, l'allongement des tiges devient plus grand & l'étiolement plus dangereux.

Les plantes vertes exposées à l'obscurité ne jaunissent pas, mais leurs feuilles vertes tombent & les nouvelles pousses sont jaunes. La branche d'une plante verte s'étiole à l'obscurité, quoique le reste de la plante conserve sa couleur & sa vigueur à la lumière ; ce qui apprend que l'action de la lumière est locale.

Si l'on expose avec ménagement une plante étiolée à la lumière, elle y verdit au bout de 24 heures, lors même qu'elle serait sous l'eau. J'ai remarqué qu'il fallait produire la plante étiolée au grand jour avec lenteur pour éviter son desséchement, parce qu'elle tire alors fort peu d'eau, & que l'action de la lumière exciterait une transpiration trop forte.

Meese a observé que les plantes aquatiques s'étiolent à l'obscurité; que les plantes trop jeunes mises dans les ténèbres ne poussent plus; qu'elles y donnent quelquefois des tiges effilées; que les jeunes plantes à feuilles séminales y végétent mieux que les autres; que le plus grand étiolement s'opère pendant les premiers jours, & que les plantes nées à l'obscurité y vivent plus long-tems que les plantes vertes qu'on y introduit; il a vu que leur plus grand accroissement se fait pendant les premiers jours, que la chaleur & l'humidité le favorisent; il a remarqué encore que les fleurs s'épanouissent & finissent plutôt à l'obscurité qu'à la lumière: celles qui y entrent fermées s'ouvrent rarement, quand elles y restent. J'ai été forcé

d'accoucher de petites tulipes nées dans un lieu obscur, mais leurs couleurs furent aussi vives que si elles s'étaient développées à la lumière. La couleur pourpre de quelques feuilles ne change pas quoiqu'elles soient totalement privées de l'action de l'astre du jour.

Meese avait encore remarqué que les plantes transpirent peu à l'obscurité; j'ai vu que les plantes étiolées transpiraient encore moins, & qu'elles tirent une trés-petite quantité d'eau ; il avait découvert que la fructification reste imparfaite, quoique les fleurs aient leurs étamines & leurs pistils: j'ai vu tomber les fleurs des haricots prêtes à s'épanouir, parce que je les avais mises dans un lieu ténébreux. Les siliques se formérent dans les fleurs épanouies, sans doute parce qu'elles étaient fécondées, mais elles tombèrent bientôt après. J'ai vu des poires que j'avais couvertes d'une lame d'étain fort mince perdre leur couleur verte au bout de trois semaines.

J'ai observé dans mes *Mémoires physico-chimiques T. II.*, que les haricots étiolés avaient plus de moelle que les sains, que leurs vais-

seaux lymphatiques étaient plus gonflés, que le parenchyme y occupait un petit espace, que ses vésicules étaient plus opaques & plus grosses, c'est-à-dire plus remplies par la séve qu'elles ne pouvaient élaborer. J'ai vu de même que les poils des plantes étiolées étaient plus rares & plus longs, mais cette rareté apparente est produite, parce que ces poils sont répandus sur une plus grande surface.

En voyant ces tiges s'élancer autant, on juge combien les réseaux du germe sont susceptibles d'extension, & comme elle est très-rapide, les germes contenus dans la tige, n'ont pas le tems de se développer, aussi le nombre de feuilles est très-petit, & elles sont à peine formées.

J'ai observé que les plantes élevées à l'obscurité dans l'air commun, mêlé avec le gaz hydrogène, ou diminué un peu par la combustion, étaient moins étiolées, leurs tiges étaient moins longues, leur couleur plus verte. Humboldt a vu des plantes vertes dans le fond des mines de Freyberg. Plenck a vu un fucus noircir dans les bains de Baden. Il paraît qu'il se forme alors de l'eau qu'on voit couler sur la plante.

J'ai eu l'occasion d'observer que les haricots étiolés ne gâtent pas l'air d'une manière sensible, au bout de 16 heures dans les vases clos; qu'il y a cependant un peu plus d'acide carbonique dans l'air du récipient, que dans l'air commun, comme cela paraît quand on y verse de l'eau de chaux : l'air que ces haricots fournissent sous la pompe pneumatique, est aussi bon que l'air commun; enfin ces haricots ne tiraient presque point d'eau à l'air & à la lumière; on trouvera les détails de ces expériences dans mes *Expériences sur l'influence de la lumière solaire dans la végétation.*

Voici quelques observations curieuses qui ont été faites par Huber, mais qu'il n'a pas encore assez répétées pour en annoncer les curieux détails, & leur donner la confiance qu'on doit aux autres. Cet ingénieux observateur ayant vu que les graines germantes dans une profonde obscurité, au milieu du gaz oxygène, étaient vertes; je l'engageai à suivre ces observations, & il vit quelquefois le même phénomène; il remarqua même que la nuance verte s'affaiblissait à mesure que la quantité du gaz oxygène diminuait relative-

ment à celle du gaz azote qu'on y mêlait ; enfin je lui proposai d'introduire un courant d'air qui se renouvellerait sans cesse dans le vase où les graines seraient placées à l'abri de toute espèce de lumière ; l'appareil qu'il imagina remplissait parfaitement ces vues, & les plantes qui y germèrent, furent parfaitement vertes ; le renouvellement constant de l'air, produisit l'effet d'une atmosphère de gaz oxygène dans un vase clos. Cette expérience répétée l'année suivante, n'eut pas le même succès, les plantes furent étiolées, & il n'a pu découvrir la cause de cette différence ; mais j'ai toujours vu que les plantes s'étiolaient moins dans une chambre parfaitement obscure, que dans des récipiens de verre fermés par l'eau, qui étaient placés dans la même chambre.

Reynier a vu qu'une renoncule aquatique qu'il était parvenu à élever dans l'air, était plus verte & moins effilée, que celle qui croissait dans l'eau, sans doute parce qu'elle y recevait plus de lumière. J'ai observé que les plantes étiolées, exposées sous l'eau au soleil ne donnent point d'air.

Les plantes étiolées qu'on a soin d'expo-

ser

ser avec précaution à la lumière, verdissent, comme je l'ai déjà dit, mais elles ne commencent à pousser, que lorsqu'elles ont commencé à verdir.

En exposant des plantes à l'action des différens rayons qui composent la lumière par un artifice que j'ai décrit dans mes *Mémoires physico-chimiques*, j'ai toujours trouvé que la réunion de tous les rayons, était plus efficace pour verdir les plantes, que celle d'un seul rayon ; mais j'ai observé aussi que les rayons violets avaient plus d'énergie pour prévenir l'étiolement, que les autres ; quoiqu'ils soient moins chauds, comme je l'ai prouvé. Auraient-ils plus d'affinité avec l'oxygène ? je le soupçonnerais, parce qu'ils noircissent le muriate d'argent & en soutirent plus tôt & en plus grande quantité l'oxygène que les autres.

Les feuilles vertes surnagent, quand on les plonge dans l'eau, mais les feuilles étiolées gagnent pour l'ordinaire le fond, parce qu'elles sont plus pleines d'eau, & qu'elles combinent la plus grande partiede l'acide carbonique que la séve y amène.

Vassalli a observé que l'électricité empêchait un peu l'effet de l'étiolement ; mais je

pense que cet effet pourrait être produit par la décomposition de l'eau, comme les expériences des célèbres chimistes Hollandais permettent de le soupçonner.

L'influence de l'obscurité sur les plantes se manifeste sur les céleris, les chicorées, les cardons qui s'étiolent, quand on les couvre de terre pendant quelque tems; ils perdent alors leur âcreté; les fruits qui croissent à l'ombre ont moins de saveur; l'écorce des racines qui est plus ou moins blanche sous la terre, verdit lorsqu'elle est exposée à l'air & à la lumière. Dans les *Mémoires de la société de Bohême*, on raconte que la lumière de la lune donne aux plantes une nuance verte, que celles qui ont cru à l'obscurité n'ont jamais; mais que l'effet de la lumière de la lune sur elles pendant huit jours est moindre que celui de la plus faible lumière du soleil pendant 12 heures.

Ces faits ont appris à remarquer ce qui se passe dans la nature. Les plantes au moment où elles sortent de terre, sont jaunes ou étiolées; les jeunes feuilles sont moins vertes que les autres; la base des feuilles d'oignon est blanche, ou plus pâle que les parties de ces

feuilles qui sont plus anciennes ; quand les plantes sont semées avec trop d'abondance, elles s'interceptent la lumière, & les plantes du milieu s'étiolent ; elles semblent par leur allongement aller au devant du soleil; mais j'ai déjà parlé de tous ces phénomènes curieux, en m'occupant de la lumière.

Il y a des plantes souterraines qui portent des fruits à l'obscurité, & qui y conservent leur verdure, comme la clandestine. Humboldt apprend, que les plantes cryptogames croissent dans les mines, où elles n'ont jamais vu la lumière, & qu'elles y poussent des tiges verdâtres, comme le *lychen verticillatus*. Il a vu le *poa annua*, *plantago lanceolata*, *trifolium arvense*, *cheiranthus cheiri* transportés dans des galleries d'écoulement à 19, 48 mètres ou 60 pieds au-dessous de la surface du sol, qui ne perdirent pas leurs feuilles, & qui en poussèrent de nouvelles, qui étaient vertes. Il serait possible que le gaz hydrogène qui se dégage dans les mines, soit la cause de cet effet.

La lumière n'est pas la seule substance qui puisse enlever l'oxygène aux plantes, ou qui ait de fortes affinités avec lui ; l'azote, l'hydrogène carbonés des mines peuvent agir sur

les végétaux souterrains, comme j'ai vu dans mes expériences publiées en 1782, parce qu'ils ont aussi des affinités avec l'oxygène, il faut pourtant prendre garde que le gaz oxygène est mêlé dans les mines avec le gaz hydrogène carboné, puisqu'il s'y enflamme.

Si les feuilles séchées à l'ombre conservent leur couleur, tandis que les feuilles séchées au soleil jaunissent; c'est sans doute parce que la lumière favorise la combustion de la feuille en y appliquant le gaz oxygène d'une manière plus énergique. La lumière qui décolore la teinture verte des feuilles faite avec l'esprit de vin quand elle communique avec l'air commun, apprend comment la lumière agit sur les parties mortes des végétaux. La combinaison de la lumière avec l'oxygène de l'acide carbonique, occasionne la sortie du gaz oxygène hors de la feuille, & y dépose le carbone qui la verdit, ou qui lui conserve sa couleur verte; mais le gaz oxygène de l'air quand la plante est morte, enlève le carbone qui peut y rester, brûle la plante & la blanchit comme l'acide muriatique oxygéné, lorsqu'on la mouille avec lui, parce que le carbone se consume, & qu'il ne s'en dépose plus de nouveau pour lui conserver sa couleur.

§. III. *Préliminaires pour découvrir la cause de l'étiolement.*

Pour pénétrer mieux la cause de l'étiolement, j'ai fait l'analyse des plantes étiolées dans ce but & je l'ai comparée avec celle des plantes vertes dans mes *Mémoires physico-chimiques T. II.* Je trouvai que les feuilles étiolées fournissaient plus d'eau, moins d'huile, plus d'acide carbonique, moins de potasse & de gaz hydrogène, moins de parties résineuses, de carbone & de cendres que les plantes vertes. Quoique ces résultats eussent été trouvés justes par ceux qui ont répété cette analyse, je me trouvai dans le cas d'avoir une certaine quantité de pommes de terre étiolées, tandis que j'avais des pommes de terre prêtes à fleurir, cela me détermina à refaire cette analyse pour avoir un apperçu plus exact de quelques-uns de leurs produits, mais je n'ai pu l'étendre autant que j'aurais voulu, parce qu'il me manquait dans la campagne où j'étais, les moyens nécessaires pour retirer les gaz, mesurer leurs volumes & connaître leurs quantités; cependant cet apperçu me paraît encore assez instructif.

Les tiges des pommes de terre étiolées avaient environ 9, 74 décimètres ou 3 pieds de hauteur, le diamètre des plus grosses était de 2, 26 millimètres ou une ligne, la plupart n'avaient tout au plus que 1, 13 millimètres ou $\frac{1}{2}$ ligne; leur couleur était d'un blanc soyeux; elles étaient terminées par une petite feuille blanche, & l'on voyait un petit bouton dans les places où les rameaux auraient dû sortir. Ces tiges n'avaient pas assez de consistance pour se soutenir.

TABLEAU DE COMPARAISON.

Plantes étiolées.

10,194 grammes ou 8 deniers desséchés ont

	milligrammes.	grains.
été réduits à	945,42 ou	17 $\frac{13}{16}$
Ce dernier produit, épuisé par l'esprit de vin & desséché fut réduit à	437,88	8 $\frac{4}{16}$

7,643 grammes ou 144 grains desséchés & charbonnés ensuite dans un tube de fer sans communication avec l'air extérieur,

	grammes.	grains.
furent réduits à	1,884	35 $\frac{8}{16}$

61,143 grammes ou 2 onces bouillies dans

1,956 kilogrammes ou 4 livres d'eau jusqu'à ce qu'elles fussent réduites au quart, laissèrent les plantes après leur dessication

	grammes	grains.
pesant	3,264	61 $\frac{8}{16}$
Ce dernier produit épuisé par l'esprit de vin, & desséché, fut réduit à . .	2,720	51 $\frac{4}{16}$

Cette décoction avait une couleur olivâtre, & l'odeur de la plante.

Elle rougit légèrement les papiers bleux.

L'eau de chaux fut légèrement troublée & verdie avec un grand précipité.

L'esprit de vin fut troublé sans précipité.

L'acide sulfurique ne produisit aucun effet.

L'acide nitrique occasionna un léger précipité.

Le sulfate de fer ne changea point la couleur.

Le muriate d'argent opalisa le mélange, & produisit un précipité qui noircit à la lumière.

Le muriate de baryte forma un léger nuage & un précipité abondant.

La potasse produisit un précipité abondant & spongieux.

TABLEAU DE COMPARAISON.

Plantes vertes.

	grammes	grains.
10,194 grammes ou 8 deniers desséchés, réduits à	1,433 ou	27
Ce dernier produit épuisé par l'esprit de vin, réduit à	milligrammes 796,14	15
6,572 grammes ou 123 grains, désséchés & charbonnés de la même manière que dans l'autre analyse, furent réduits à	2,2229	41 $\frac{14}{16}$
61,143 grammes traités de même que dans l'autre analyse, laissèrent les plantes après leur dessication pesant	5,745	108 $\frac{4}{16}$
Ce dernier produit épuisé par l'esprit de vin & desséché, fut réduit enfin au poids de	3,728	70 $\frac{4}{16}$

Cette décoction avait une couleur plus foncée & une odeur de lessive.

Elle ne rougit pas les papiers bleux.

L'eau de chaux forma un léger précipité.

L'esprit de vin occasionna un précipité floconneux & devint louche.

L'acide sulfurique sépara une matière jaunâtre qui surnagea, & le mélange fut transparent.

L'acide nitrique produisit le même effet, & la liqueur fut jaune-pâle.

Le sulfate de fer a rendu la liqueur louche, & l'a verdie, elle a donné un précipité vert.

Le muriate d'argent a rendu louche la liqueur & a donné un précipité gris-noir.

Le muriate de baryte a fait naître un brouillard dans la liqueur, & un précipité brun.

La potasse a produit un précipité abondant & poudreux.

Ces résultats qui sont exacts confirment ce que j'avais déjà vu, que les plantes étiolées contiennent moins de matières solides & dissolubles dans l'esprit de vin avec moins de charbon que les plantes vertes. L'analyse par l'eau le confirme entièrement pour la quantité totale. Le grand précipité occasionné par l'eau de chaux annonce la quantité des matières gommeuses dans les plantes étiolées, comme le mêlange fait avec l'esprit de vin fait voir que la matière résineuse est mêlée avec la gommeuse, les autres mêlanges font remarquer les mêmes effets & quelques atomes

de principe astringent dans les plantes vertes qui ne sont pas dans les plantes étiolées.

En examinant ensuite les cas où les feuilles vertes perdent leur couleur sans avoir été exposées à l'obscurité, j'ai vu que la pourriture jaunit les feuilles, & qu'on peut prévenir cet effet, comme dans les cuves d'indigo & de pastel en arrêtant la fermentation. Les végétaux qui éprouvent une légère combustion, noircissent & blanchissent. Les feuilles qui sont sur le point de tomber jaunissent; les feuilles qui sèchent à l'ombre conservent les couleurs qu'elles perdent en se séchant au soleil, comme le froment.

On sait que les parties des plantes mises dans l'acide nitreux, ou dans l'acide muriatique oxygéné y blanchissent complétement. Les plantes jaunissent dans les dissolutions de sulfures; mais ces expériences montrent encore l'action des gaz oxygène & hydrogène sur le carbone qui ôtent la couleur verte aux végétaux, en se combinant avec lui.

La lumière qui change la couleur de quelques oxides métalliques en leur enlevant leur oxygène, comme celle des bois, des rubans, de l'esprit de vin verdi par les feuilles, agit

vraisemblablement d'une manière analogue sur les plantes en vie. On sait que les bois formés à l'obscurité sont moins forts que ceux qui croissent à la lumière, & mes expériences ont bien prouvé que la lumière affecte sur-tout la partie résineuses des plantes. Quelque confiance que m'inspire le génie du Comte de Rumford, je ne puis voir l'effet d'une combustion violente dans l'action de la lumière sur les feuilles, car combien l'activité de ce feu ne serait-elle pas augmentée au milieu de ce gaz oxygène qu'elles produisent l'action de la lumière sur les plantes étiolées, ne fait remarquer d'abord aucun autre effet sensible, que celui d'une grande évaporation, & la décomposition de l'acide carbonique dans le parenchyme.

Les feuilles se gâtent à l'obscurité sous les récipiens, parce que la lumière n'y retarde point leur fermentation par son antisepticité; que la partie dissoluble dans l'eau se sépare; que le carbone s'échappe & se combine avec le gaz oxygène de l'atmosphère renfermée, sans pouvoir se reproduire par une nouvelle décomposition d'acide carbonique. Les plantes souffrent des altérations semblables sous

des récipiens, quand elles y sont pressées ou quand elles y restent long-tems, parce que l'antisepticité de la lumière ne peut balancer l'action délétère de la chaleur & de l'humidité sur elles.

Les plantes élevées dans une atmosphère moins abondante en gaz oxygène que l'air commun, soit par la diminution du gaz oxygène, soit sur-tout par l'addition du gaz hydrogène, sont plus vigoureuses & plus vertes à l'obscurité, que celles qui sont élevées dans l'air commun de cette manière; ce qui peut arriver, parce qu'il y a moins d'acide carbonique formé restant dans cette atmosphère, & parce que le gaz hydrogène pur se trouve assez d'affinité avec le carbone pour se charger de celui qui est surabondant dans la plante, & pour empêcher la décomposition de l'acide carbonique chassé dans les feuilles par les racines.

Il est important de remarquer que les plantes ne tirent presque point d'eau à l'obscurité, & qu'elles n'en rendent pas; aussi l'eau accumulée les gonfle; mais comme la lumière ne favorise pas la décomposition de l'acide carbonique, il n'y a presque point de car-

bone déposé pour colorer les plantes en vert, & comme il ne s'échappe point de gaz oxygène, il est probable qu'il agit sur la plante pour la blanchir & l'étioler. Il paraîtrait qu'il n'y a de carbone décomposé, que celui qui entre dans la composition de la résine, de la gomme &c., & qu'il ne se dépose pas dans les mailles du parenchyme avec quelque abondance; mais on ne peut douter de la présence du carbone dans les plantes étiolées, puisqu'elles en fournissent par la combustion, & puisque le gaz oxygène qu'on met en contact avec elles, se change en acide carbonique.

Le parenchyme est le siège de l'étiolement, puisqu'il est la seule partie verte des végétaux; c'est au moins là que l'acide carbonique se décompose; c'est de là que s'échappe le gaz oxygène surabondant; c'est là aussi que ce gaz doit préparer avec l'hydrogène & l'oxygène, les différens sucs végétaux; aussi les plantes étiolées contiennent moins de résines, moins de matières solides & moins de carbone. Un organe sans vigueur élabore un aliment sans énergie, qui étend les mailles d'un faible réseau sans leur donner aucune consistance. La

plante étiolée est un enfant nourri d'un mauvais lait qui se développe avec rapidité, mais qui n'a pas le tems de prendre des forces. Les herbes dont l'accroissement est très-prompt s'étiolent beaucoup plus que les plantes ligneuses.

Chaptal dans les *Mémoires de l'Académie des sciences de Paris pour* 1786, confirme mes observations par les siennes. Il a vu des *byssus* formés dans l'obscurité donner par l'analyse, un liquide fortement chargé d'acide carbonique. Le principe ligneux formait dans ces plantes $\frac{1}{89}$ de leur masse, mais quand elles eurent été exposées à l'obscurité pendant 30 jours, elles fournirent moins d'acide carbonique, & la partie ligneuse devint $\frac{1}{24}$ de la plante. Le carbone augmente donc à mesure que l'acide carbonique diminue, ou se décompose pour se combiner, & l'on a vu que le parenchyme est de toutes les parties du végétal, celle qui en contient le plus.

On peut donc croire que la lumière se combine avec l'oxygène de l'acide carbonique, & qu'elle contribue au développement des plantes en affermissant leur santé par son action antiseptique & par les sucs bien pré-

parés qu'elle leur fournit. La séve subit encore de grands changemens par la forte évaporation que la lumière favorise, par l'évacuation du gaz oxygène qu'elle occasionne, & par la quantité de fluides nouveaux qu'elle attire. Il est au moins certain que les plantes transpirent peu à l'obscurité; qu'elles contiennent plus de fluides; qu'ils y sont plus aqueux; que la partie fibreuse est moins dure, plus extensible, qu'elle s'allonge aux dépens des rameaux, des feuilles qui sont petites & en petit nombre, & des fleurs qui ne se développent pas pour l'ordinaire.

Cette extension des fibres en longueur dans les plantes étiolées, montre que les fibres perpendiculaires au sol sont d'une nature différente que les horizontales, puisque les unes se développent beaucoup, & les autres fort peu; il me semble que les premières cèdent à l'impulsion de la séve, & que les secondes, nourries par les sucs propres, ne s'allongent pas autant, parce que la nourriture préparée dans l'obscurité ne saurait les nourrir convenablement. Des vaisseaux sans consistance cèdent à l'impulsion de la séve ascendante, qui y reste presque

en totalité, de sorte que les mailles toujours gonflées, sont toujours poussées vers la partie qui résiste le moins. Aussi je crois que le défaut de transpiration est une des principales causes de l'étiolement; elle diminue beaucoup la suction de l'eau chargée d'acide carbonique, de même que sa décomposition & son dépôt; elle fait croupir les sucs dans leurs vaisseaux, & elle augmente la fermentation qui amène bientôt la pourriture; de sorte que l'étiolement est moins une pléthore de gaz oxygène, comme on l'a cru, qu'un défaut de carbone déposé dans les parties des plantes qui doivent être vertes, & comme le carbone qu'il y a, est répandu sur une plus grande surface, il doit nécessairement laisser une teinte plus pâle sur la plante qui a pris une si grande étendue. Je le crois d'autant mieux, que ces plantes pourrissent plus tôt, parce que la lumière qui leur manque, & la quantité de leur charbon qui est plus petite, sont des obstacles de moins à leur fermentation.

§. IV.

§. IV. *Hypothèse tirée de la composition du bleu de Prusse pour expliquer l'étiolement.*

J'avais cru que le phénomène de l'étiolement avait de grands rapports avec celui de la formation du bleu de Prusse, comme on peut le voir dans mes *Mémoires physico-chimiques*. L'indigo, le pastel & toutes les plantes qui donnent une couleur bleue ont été originairement vertes ; cette couleur a été extraite par la fermentation ; l'art achève l'ouvrage de la nature. Les résines du parenchyme se décomposent pour fournir les sels ammoniacaux obtenus dans cette opération ; leurs débris chargés de matière colorante se précipitent avec un peu de terre. La partie colorante jaune, qui composait le vert par son union avec le bleu, se détruit, elle se sépare de la partie muqueuse qui lui servait d'enveloppe, comme on peut le voir dans les *Mémoires des savans étrangers T. IX*. Cette matière bleue est indissoluble dans l'eau, les acides & les alkalis la développent ; la partie jaune, dissoluble dans l'eau, retient le bleu mêlé avec elle. Les feuilles vertes,

sur-tout celles des crucifères traitées comme celles de l'indigo & du pastel, donnent une fécule assez semblable à celle de l'indigo. Les racines du *mercurialis perennis* ont donné à Vogler une teinture bleue en y versant de l'eau. Cronstedt a tiré une teinture bleue du bled noir qui n'a point été attaqué par l'acide sulfurique. Morand a trouvé dans une fouille faite au pont de Neuilly, des racines & des branches de salicaire, qui laissaient voir sous leur écorce, quelques grumeaux d'une belle couleur bleue, que ses expériences lui présentèrent, comme un bleu de prusse natif. J'ai fait des observations semblables sur un morceau de bois de noyer, que j'ai racontées dans un mémoire lu au mois de février 1794 à la société d'histoire naturelle de Genève. La sciure du bois de chêne donne une couleur bleue, quand on la combine avec la potasse. Winterln a vu le gaz oxygène verdir le bleu de Prusse, & Berthollet dans la belle analyse qu'il en a faite, démontre qu'il contient une grande quantité de carbone. Enfin l'analyse de la partie verte des feuilles ou plutôt celle de l'indigo & du pastel a de grands rapports avec ce bleu que

nous fabriquons ; elles fournissent de même le fer, la potasse, l'ammoniaque & une grande abondance de charbon. La plantule & les plantes étiolées présentent la partie jaune qui devient verte par le bleu que lui fournit le carbone de l'acide carbonique : l'union des sucs de la plante avec le carbone, & l'hydrogène concourt à ce but en les unissant avec l'oxygène qu'ils enlèvent ou qu'ils combinent. Les plantes étiolées ont une pléthore d'eau chargée d'acide carbonique, & les trois substances contenues dans ces deux mixtes avec le secours de la lumière, favorisent sa dissipation par leur combinaison ou leur décomposition qui produisent les sucs nourriciers de la plante, & qui la peignent de ses couleurs.

On conçoit à présent comment le principe astringent peut donner une couleur verte en se combinant avec le carbonate de potasse, suivant les expériences de Ribeaucourt, sur l'encre; peut-être même la décomposision de l'eau qui fournit l'hydrogène au principe astringent, & l'acide carbonique qui lui offre le carbone, en fait l'acide prussique & le bleu de prusse, comme on pourrait le croire

par son analyse qui fournit beaucoup d'hydrogène, d'acide & d'huile qu'on trouve dans la partie verte des plantes, de même que l'ammoniaque, un peu de flegme acide, & du fer ; mais comme l'acide prussique est une partie du prussiate de fer, il se pourrait aussi qu'il fut un composant du prussiate natif ; l'encre est la combinaison du principe astringent avec le fer qui lui donne la couleur noire, ou plutôt celle d'un bleu foncé.

Les recherches de Deyeux sur la noix de galles appuyent cette idée, & fournissent une autre explication. Il établit dans un mémoire qui est dans le *Journal de physique de* 1793, que la noix de galles est composée du corps muqueux, d'une matière extractive, d'une matière colorante verte, d'une espèce de résine & d'acide gallique : ces parties combinées forment un tout dissoluble dans l'eau & dans l'esprit de vin ; lorsque l'acide gallique rencontre le sulfate de fer, il forme le précipité. Deyeux observa une couleur verte dans les dernières infusions de la noix de galles, & il vit que les liqueurs où il s'était formé un précipité, prenaient une couleur jaune, qu'elles

conservaient dans des flacons pleins & bien bouchés ; mais qu'elles verdissaient à l'air, sans doute par le contact du gaz oxygène. En faisant évaporer cette liqueur verte, on apperçoit une matière verte très-divisée, très-difficile à séparer du fluide où elle nage ; en continuant cette évaporation, les molécules disparaissent, & l'on obtient un résidu dissoluble dans l'eau & très-peu dans l'esprit de vin.

Si le parenchyme des feuilles contient une grande quantité de carbone, comme le bleu de prusse, il faut pourtant avouer que la quantité de fer trouvée dans l'indigo, est trop petite pour produire cet effet. Bergman a prouvé que 30, 572 grammes d'indigo ou une once, ne contient que 318, 45 milligrammes de fer ou 6 grains ; il prouve même que ce fer peut être dissous par l'acide muriatique, sans nuire à la couleur bleue de cette substance. Berthollet croit même que la couleur verte des végétaux n'est pas le produit du jaune & du bleu, comme dans la teinture, parce qu'il est impossible de séparer le bleu & le jaune qui devraient faire la couleur verte

des plantes, ou de changer leurs proportions par le moyen de quelques dissolvans.

Il me paraît cependant que la fermentation produit la séparation des parties colorantes de la matière verte, puisqu'on obtient sa matière jaune précipitée, & la couleur bleue qui surnage souvent dans les cuves de l'indigo & du pastel. Les plantes étiolées sont jaunes; les végétaux séchés au soleil sont jaunes, les teintures vertes faites avec les feuilles & l'esprit de vin, sont jaunes, quand elles ont été exposées dans l'air au soleil. Berthollet reconnaît que la lumière colore en vert les plantes étiolées : on peut donc croire qu'il est possible d'avoir la couleur jaune des plantes séparées ; que cette séparation existe dans les cuves d'indigo, & de pastel, & que l'on peut croire à l'existence de ces deux couleurs dans les végétaux.

Tous les procédés oxygénans verdissent le bleu de Prusse, comme le gaz oxygène qui se forme dans les plantes au soleil, favorise la production de leurs couleurs. Ils jaunissent l'indigo & le pastel, comme les feuilles dans la fermentation putride.

Enfin il y a des feuilles bleues. Le pastel

a une couleur bleuâtre, comme l'*aquilegia*, le gommier du Sénégal, le choux commun & le chou fleur. Il y a une morelle à feuilles bleues. L'érable à sucre a la partie inférieure de ses feuilles bleuâtre; la supérieure est d'un vert pâle. Le lait du tithimale bleuit à l'air. La campanule, la consoude, les sommités des fleurs du trèfle, la corolle du *cyanus*, le *croton lacmus* teignent en bleu. Roxburgh a trouvé dans les Indes orientales le *nerium tinctorium* dont les feuilles fournissent un bon indigo. La teinture du gayac devient bleue dans l'acide nitreux par le développement de son carbone, il s'échappe alors du gaz nitreux. La feuille du rosier m'a paru devenir bleue dans un mêlange de gaz nitreux & d'air commun.

§. V. *Hypothèse pour expliquer l'étiolement.*

La théorie du bleu de Prusse offrirait une explication vraisemblable de l'étiolement, si la petite quantité du fer trouvé dans l'indigo, n'offrait pas une difficulté considérable; mais la combinaison seule du carbone me semble

offrir un moyen colorant plus simple, & qui a plus d'analogie avec la nature & la végétation. Je pense donc que l'acide carbonique amené par la séve dans le parenchyme des feuilles, y est décomposé par la lumière, que le carbone se dépose dans les mailles de l'organe qui va l'élaborer, & qu'il teint alors en vert leur fond jaunâtre ; l'oxygène qui s'échappe par son union avec le calorique, influe sur cette peinture, en laissant le carbone auquel il était uni, & en aidant à la teinture verte produite dans le mêlange des deux couleurs par son contact. Les opérations végétales deviendraient ainsi la cause de ce phénomène si difficile à expliquer.

J'ai déjà remarqué que la couleur fondamentale des végétaux est jaune ; c'est celle des plumules qui sortent de terre & de toutes les parties végétales qui croissent à l'obscurité. La couleur bleue est quelquefois naturelle aux plantes, comme je l'ai fait voir. Margraff apprend même qu'il y a un insecte vivant aux dépens du pastel qui en tire la couleur bleue dont il est peint.

Le parenchyme qui est le siége de l'étiolement, est aussi celui de l'élaboration des sucs

fournis par les racines ; c'est le lieu où l'acide carbonique est décomposé par la lumière ; c'est dans cette organe que le carbone se dépose ; les parties des végétaux développées à l'obscurité sont blanches, parce qu'il n'y a point assez d'acide carbonique décomposé & de carbone déposé pour le peindre. Il est vrai que le parenchyme est vert sous l'épiderme de l'écorce, mais les plantes verdissent sous l'eau, sous une glace & même sous plusieurs ; d'ailleurs les sucs verts des feuilles passent dans les vaisseaux propres de l'écorce, & remplissent son parenchyme.

Il est bien remarquable que l'organe où l'acide carbonique se décompose, soit aussi celui qui contienne le plus de carbone. Berthollet a prouvé que l'indigo contient la moitié de son poids de carbone, il a une forme résineuse dans la plante, mais la fermentation en dégage une partie de l'hydrogène & le battage en favorisant le contact de l'air, augmente l'effet de la combustion produite par la fermentation ; aussi l'indigo pourrit, quand on le bat trop long-tems, mais il faut lire ces curieux détails dans les excellens *Elémens de teinture de Berthollet T. II.* Le Blond

dans le *Journal de physique de* 1791, analyse l'indigo, & fait voir que la partie colorante bleue, est composée de carbone, de fer, d'azote, & de potasse, que le mucilage est formé par la potasse & l'extrait jaunâtre; ensorte que l'on apperçoit ici comment le carbone arraché à l'acide carbonique par la lumière, forme l'huile avec l'hydrogène, & comment le bleu de Prusse offre les mêmes élémens. L'hydrogène & l'azote, ces dissolvans du carbone sont unis dans l'indigo pour former les huiles & les résines, & pour produire l'ammoniaque qu'on obtient par la distillation ou autrement, lorsque la matière verte ou bleue se décompose.

Ceci devient plus probable, quand on sait que les plantes étiolées contiennent moins de carbone, de résine, d'huile &c., que les plantes vertes; que les acides minéraux ne noircissent pas les plantes étiolées comme les autres; mais qu'ils les blanchissent, parce que tout ce qu'elles contiennent de carbone s'oxygène d'abord complétement; au lieu que les plantes vertes ont beaucoup trop de carbone pour s'oxygéner & se blanchir dans un moment. Si les plantes étiolées brûlent mal

comme les plantes putréfiées, c'est parce qu'elles contiennent moins de carbone que les autres. Si elles fournissent à la distillation plus d'acide carbonique, c'est parce que leur carbone est peu combiné avec les huiles, & qu'il est d'abord dégagé par la combustion; au lieu que dans les plantes vertes, il s'échappe avec les huiles, les sels &c. Si la partie d'une plante s'étiole lorsqu'elle est exposée à l'obscurité, c'est parce qu'elle y reçoit moins de carbone, & qu'il n'y a qu'une petite décomposition d'acide carbonique.

Mais d'où vient le carbone des plantes étiolées? Il paraît produit par la petite quantité d'acide carbonique décomposé par les forces de la végétation, comme celui qu'on trouve dans les plantes germantes; l'oxygène séparé n'étant pas uni avec une quantité suffisante de calorique, se combine avec le végétal & lui donne cette couleur jaunàtre que l'acide muriatique oxygéné fait prendre aux plantes vertes qu'on y plonge. Le végétal décoloré, mal nourri, gonflé par les fluides qui le remplissent, s'allonge, comme je l'ai déjà remarqué.

Les plantes étiolées qui forment du gaz

acide carbonique dans le gaz oxygène où on les renferme, prouvent que tout le carbone de ces plantes qui ne se combine pas pour former leurs huiles, leurs résines &c., s'employe pour produire l'acide carbonique qu'on trouve alors, & comme il n'en reste plus dans le parenchyme, parce qu'il n'y a rien pour l'arrêter; ce parenchyme reste jaune ou blanc, comme on le voit dans ces expériences.

Comment le carbone qu'on croit noir, colore-t-il les végétaux en vert & en bleu? Le carbone examiné dans un certain état, offre comme l'encre une couleur d'un bleu foncé. St. Martin apprend dans les *Mémoires de l'Académie de Turin T. V.*, qu'il a préparé une liqueur prussique en faisant détonner le nitre avec deux parties de charbon tiré du sang de bœuf. Il a combiné la potasse avec deux parties de pastel, & il a eu une liqueur sans couleur, qui précipitait le fer en bleu; avec l'addition d'un acide, il a eu un bleu très-foncé. Planer dans les *Commentationes chemicæ Academiæ Moguntinæ anno* 1775, dit qu'il a tiré une couleur bleue du charbon de différentes plantes. On sait que la dissolution du charbon dans les sulfures est verte. Lorsque le car-

bone des plantes a été consumé par l'oxygène de l'air, elles deviennent jaunes, tout comme lorsque l'acide carbonique s'en échappe par la fermentation.

Le principe astringent précipite le fer en vert, quand sa quantité est petite, comme je l'ai vu souvent dans les eaux qui en contiennent. Cette action de ce principe sur le fer, quand il est délayé, peut fournir toutes les nuances du parenchyme; la nuance sombre du précipité, ou sa couleur verte foncée ou bleue, est produite par le charbon auquel il est uni & l'oxygène qu'il rencontre; avec quelque attention, il est aisé de remarquer que le charbon déposé dans les végétaux, les garantit de la corruption; celui du principe astringent donne naissance à cet effet, comme c'est lui qui précipite les gommes, les mucilages, qui les rend fixes jusques à un certain point, qui dissout les résines, les rend coulantes, forme les sucs propres; c'est très-probablement lui qui forme la teinte verte des végétaux étiolés. Enfin c'est le charbon qui rend permanente la couleur verte dans le végétal vivant, comme nous avons eu l'occasion de le remarquer.

La teinture de l'indigo qui est d'abord verte

devient bleue à l'air, en perdant son gaz oxygène ; aussi je crois qu'on parviendrait à retirer la matière bleue des autres feuilles, en les désoxygénant ; au moins en oxygénant la couleur bleue on la verdit, parce qu'on diminue la quantité du carbone qui la forme, mais en l'oxygénant davantage on la jaunit, parce que tout le carbone se combine avec le gaz oxygène, & comme tout le carbone est alors dissipé, on ne peut plus lui rendre sa couleur; tout comme en combinant l'acide muriatique oxygéné avec l'indigo, sa couleur est détruite, parce que son charbon est brûlé. Quand le charbon se dégage la couleur s'obscurcit, on l'observe dans toutes les infusions végétales qui se troublent; l'union du charbon avec le gaz hydrogène est rompue, le gaz oxygène s'unit avec ce dernier, & le charbon paraît à nud. Une dissolution de sucre dans l'eau mêlée avec l'acide muriatique oxygéné, montre un précipité charbonneux, quand on la laisse évaporer; c'est ainsi que les végétaux morts blanchissent au soleil, parce que le carbone détruit ne peut plus se reproduire, comme dans les végétaux vivans, & la disparition du charbon est

certaine, puisque l'acide carbonique est produit. Quelques rapports de l'oxygène, du carbone, & de l'hydrogène donnent la couleur verte à la lumière; mais si ces rapports sont changés, elle disparaît, comme je l'ai fait voir dans la teinture verte des végétaux, faite avec l'esprit de vin qui disparaît au soleil, lorsqu'elle y est exposée dans des vases ouverts, ou avec du gaz oxygène dans les vaisseaux clos.

L'indigo contient de l'oxygène, comme je l'ai déjà dit; on peut le lui ôter & le lui rendre. Les sulfates de fer, les sulfures d'arsenic, les acides qui dissolvent cette fécule, lui enlèvent cet oxygène qui paraît produit par une décomposition de l'acide carbonique, comme Hausman l'a prouvé, & comme on le voit dans les *Elémens de teinture* de Berthollet. Tant que l'indigo contient cet oxygène, il ne peut se combiner avec diverses substances, aussi les matières qui le privent de cet oxygène, le rendent soluble, mais l'indigo reprend son oxygène, quand il est à l'air, sa fécule est verte, tant qu'elle en contient beaucoup; les feuilles végétantes ont cette couleur, parce qu'elles ne peuvent en

avoir davantage; mais les dissolutions vertes d'indigo, deviennent bleues à l'air, tout comme la fermentation donne cette couleur à sa fécule.

Toutes les feuilles ne donnent pas une fécule bleue, parce qu'elles ne peuvent pas se débarrasser de la même quantité d'oxygène, ce qui peut dépendre de leur carbone, de sa quantité, de sa combinaison. Il serait possible de tirer une matière analogue à l'indigo de la noix de galles & des écorces, comme de toutes les feuilles, par des procédés qui produiraient sur elles, d'une manière conforme à leur nature, les effets que les procédés qu'on emploie pour avoir l'indigo, produisent sur sa fécule. On explique aisément ainsi les traits verts qu'on remarque dans les plantes étiolées, de même que l'expérience de Huber qui montre les plantes développées à l'obscurité peintes en vert, parce qu'elles étaient dans une atmosphère sans cesse renouvelée, ou dans une atmosphère de gaz oxygène qu'on changeait quelquefois. La teinture des feuilles sèches ne verdit pas l'esprit de vin, parce que le gaz oxygène en brûlant une partie de son carbone,

bone, en a détruit la couleur verte; les feuilles noircissent dans les acides, & elles y blanchissent par la même raison: mais les feuilles séchées à l'ombre conservent leur couleur, parce que le gaz oxygène a besoin du concours de la lumière pour produire d'abord son effet. L'acide gallique norcit par le contact du gaz oxygène suivant les observations de Bartholdi; mais comme l'acide gallique ressemble par ses élémens à l'acide carbonique, ne pourrait-on pas soupçonner que le gaz oxygène produit sur lui ces mêmes effets, à cause de la différence de la combinaison; si l'acide gallique se suroxygénait, il pourrait aider ici à l'explication de la plupart de ces phénomènes, mais il nous montre vraisemblablement la cause de cette teinture verte qu'on observe dans les infusions de la noix de galles.

Il me semble que tous ces faits établissent avec une grande probabilité, que la lumière concourt à peindre les feuilles en vert, en décomposant l'acide carbonique; en emportant son oxygène; en précipitant son carbone; en retardant la fermentation qui enleverait le carbone dans l'acide carbonique qui se for-

merait avec lui, par son union avec le gaz oxygène; en aidant la suction par la transpiration qu'elle augmente, & en favorisant ainsi l'introduction de l'acide carbonique & des parties nourricières dans les organes élaborateurs.

§. VI. *Opinion de Berthollet.*

Berthollet croit que la couleur verte des plantes, ou plutôt le dégagement du gaz oxygène que la lumière du soleil produit, est occasionné par la décomposition de l'eau; son hydrogène qui reste dans le végétal, crée les huiles, les résines &c., dont il est une partie constituante; il faut l'avouer, c'est une des manières les plus heureuses d'introduire ce gaz important dans l'économie végétale. Cela étant, les plantes privées de lumière s'étiolent, ne se colorent plus, sont moins inflammables; si elles ne dégagent plus de gaz oxygène, c'est parce que l'eau n'y est plus décomposée, que leurs principes sont différemment combinés, & que la cause décomposante de l'eau n'agit pas. Dès que la lumière & l'hydrogène s'accumulent dans la

plante, les huiles & les résines se forment, l'oxygène s'échappe avec le calorique qui s'unit à lui pour en faire un gaz. Berthollet appuye son opinion sur l'action de l'acide muriatique oxygéné, qui jaunit ou blanchit toutes les substances végétales, en perdant son oxygène.

J'ai surement beaucoup de peine à me défendre contre une opinion de Berthollet qui a toujours eu l'avantage d'écarter l'erreur de ses recherches, & de rencontrer de grandes vérités; mais je dois observer ici que si l'expérience apprend la décomposition de l'eau à une haute température, elle n'en donne d'autres preuves à une température basse, que celle de la fermentation, lorsqu'elle est assez avancée & de la germination; elle m'a montré mille fois que la lumière ne produit jamais cet effet sur les feuilles exposées au soleil sous l'eau, lorsqu'elle a été privée d'acide carbonique, puisqu'elles ne donnent point alors de gaz oxygène, que les plantes qui végètent à l'obscurité n'en donnent pas sensiblement, quoiqu'elles soient pleines d'eau, & quoiqu'elles forment alors des huiles, des résines &c. Enfin, que s'il y a une décomposition

d'eau dans les plantes , comme je le crois, elle est très-petite , puisque la quantité de gaz hydrogène produit par la fermentation n'est jamais bien remarquable, en comparaison de celle de l'acide carbonique ; elle ne saurait donc fournir la quantité de gaz oxygène que les feuilles produisent au soleil, quand elles y sont exposées sous l'eau chargée d'acide carbonique. Je ne décide rien. Je soumets mes observations au jugement des physiciens ou plutôt à celui de Berthollet lui-même.

CHAPITRE V.

Du sommeil des plantes.

Charles Clusius en 1565 apprit, dans un voyage qu'il fit en Espagne, que Garcias de Horta avait observé dans les Indes que les feuilles du tamarin couvraient son fruit pendant la nuit, & le découvraient pendant le jour; Camerarius en 1688 publia une dissertation sur la sensitive; mais Linné, dans ses *Amœnitates academicæ*, *Vol. IV*, fixe les regards sur ces phénomènes par ses observations philosophiques. Il remarqua que les feuilles ailées comme celles des pois, de la luzerne, de la sensitive, &c., changeaient de position pendant la nuit; les détails curieux qu'il apperçut, lui fournirent dix positions différentes, prises par les feuilles, quand le soleil se couche; il reconnaît qu'on décrit mal ces positions, qu'il faut les observer. Linné vit encore les feuilles se rapprocher pendant la nuit, & il distingua

cette contraction des mouvemens que les feuilles font appercevoir pendant le jour. Il définit cet état la forme & la physionomie des plantes pendant la nuit, qui est différente de la forme & de la physionomie des plantes pendant le jour. Il trouva cette contraction ou ce rapprochement plus grand & plus long dans les jeunes plantes à feuilles ailées, que dans celles qui sont plus âgées. Enfin, il dit que cette contraction fait prendre aux feuilles des formes différentes, suivant que les feuilles sont simples ou composées.

Dans quelques plantes les feuilles ou folioles s'appliquent l'une contre l'autre par leur surface supérieure pendant la nuit, comme dans le *lathyrus odoratus*, *hedysarum cormarium*. Les folioles pendent quelquefois de leur nervure principale, comme dans le *glyzenes specie septima*, ou l'*abrus*. Les pétioles se courbent, & les surfaces supérieures s'appliquent les unes sur les autres, comme dans les *cassiæ*. Les folioles s'imbriquent dans la longueur des pétioles qu'ils recouvrent avec leur surface supérieure, comme dans le *tamarindus*, la *mimosa sensitiva*. Les feuilles ternées

se réunissent par leurs pointes qui se recouvrent, comme dans le trefle, le *lotus*. Dans les feuilles simples, quelques-unes s'élèvent pour couvrir leurs tendres germes, comme dans l'*atriplex hystericus*, *stramonium*. Dans d'autres plantes, les feuilles simples pendent, comme dans la balsamine.

Les feuilles prennent cette disposition dans quelques plantes à quatre heures après midi. Zinn apprend dans le *Journal de physique de* 1776, que toutes les feuilles de la même plante ne s'ouvrent pas à la même heure, quoiqu'elles aient également éprouvé l'action du soleil; qu'on observe seulement ces effets demi-heure après que le soleil a paru; que leur sommeil commence quelquefois dans les longs jours d'été vers les six heures du soir. On sait qu'à l'approche des tempêtes, les feuilles prennent leur position nocturne, suivant l'observation de Pline. Linné dit qu'on observe le même phénomène dans les plantes à étamines rabaissées.

Je n'aime point ce mot de *sommeil* employé pour peindre cet état particulier des feuilles dans les plantes, parce qu'il pourrait faire croire que les feuilles sont alors dans

un état de relâchement absolu ; il me semble qu'on se tromperait : la feuille est aussi ferme qu'auparavant ; si le pétiole est plus courbé, il n'en est pas moins roide, & la feuille qui n'est pas pendante, n'est pas moins soutenue ; on doit dire la même chose des fleurs & de leurs pédoncules ; de sorte que tout le phénomène se réduit à un changement de situation dans les pétioles & les pédoncules.

Linné a cru que l'absence de la lumière était la principale cause de ce phénomène ; qu'elle agissait par sa propriété éclairante, & que le froid de la nuit n'avait pas une grande influence, puisque les feuilles se contractaient dans les serres comme en plein air. Il a soupçonné encore que ce mouvement des feuilles mettait les jeunes pousses à l'abri des injures de l'air & des rosées froides ; cependant on observe ce mouvement pendant l'été dans les climats les plus chauds, & lorsqu'il y a le moins de boutons à garantir ; d'ailleurs ce rempart manquerait dans le printems à divers boutons qui sont alors les plus tendres & les plus exposés à la gelée.

Hill pense que ce mouvement de contrac-

tion dans les feuilles & les fleurs pendant la nuit a de grands rapports avec celui des sensitives ; il considère ce phénomène relativement à la *chaleur* qui doit agir sur les feuilles ailées puisque la pointe des lobes des feuilles dans quelques plantes qui regardent le ciel en Egypte, se trouve seulement parallele à l'horison dans nos climats, lorsque la chaleur est la plus vive. L'*humidité* doit influer sur ce mouvement ; la pluie change la position des feuilles ; celles dont les lobes regardent le ciel dans un beau tems, ou qui forment avec elles un angle obtus en embrassant le pétiole par leur partie supérieure, font un angle obtus, en dessous par le rapprochement de leurs surfaces inférieures, lorsqu'il pleut. Les vapeurs qui sont dans l'air agissent sur ces feuilles pour les fermer, malgré la chaleur. Bonnet a observé que les feuilles d'acacia dorment tout le jour au soleil, quand on tient sous elles des éponges humectées, & qu'elles veillent pendant la nuit, quand on en approche un fer chaud. L'*air* ne paraît pas avoir une influence particulière sur le sommeil des plantes ; il aurait fallu faire l'expérience dans le vide ; elle n'aurait pourtant pas été bien signifiante, puis-

qu'elle aurait entraîné l'évacuation des vapeurs; mais on aurait pu placer des corps humides sous le récipient pour juger l'influence seule de l'humidité sur ce phénomène.

La lumière paraît pourtant joüer ici un rôle très-marqué; Hill choisit l'*abrus* plante égyptienne pour ses expériences, la feuille de cette plante est composée de 13 folioles attachés par des pétioles courts & minces à un pétiole commun, la lumière en tombant sur ces folioles, les relève, & ils retombent à mesure que la lumière diminue, mais cette action de la lumière n'est pas uniforme sur toutes les plantes, il y en a qui paraissent avoir des mouvemens particuliers. Hill a vu les feuilles d'un *abrus* retiré dans son cabinet, se relever, lorsque la lumière les éclairait, & s'abaisser à mesure que le soleil approchait de son coucher; dans les chambres mal éclairées les feuilles s'ouvraient le matin, mais elles ne prenaient pas une position horizontale, cependant elles se fermaient pendant la nuit. La plante transportée dans un lieu obscur à midi, montrait les mêmes mouvemens qu'en plein air, lorsque le soleil était couché.

Les sensitives font observer des phéno-

mènes à peu-près semblables; la lumière semble développer leurs feuilles, séparer leurs côtes, redresser leurs pétioles; l'obscurité parait agir plus efficacement que le tact, tandis que celui-ci ferme les feuilles séparées, recourbe leurs pétioles, les deux folioles restent écartés; dans l'obscurité ils se collent, & ne forment qu'un seul foliole. Les feuilles commencent à s'ouvrir au crépuscule du matin, & à se fermer avant celui du soir. Van Marum qui a répété les expériences de Duhamel a vu souvent les sensitives dans l'obscurité se mouvoir comme à la lumière; mais il a vu aussi que ces mouvemens n'avaient pas lieu, & il a remarqué les feuilles de ces plantes ouvertes même pendant la nuit, dans un lieu obscur.

Toutes ces causes ne sont pas sans difficultés; on voit les fleurs du *tragopogon* s'ouvrir avec le lever du soleil, & se fermer vers les dix heures; certainement dans ce cas la lumière qui serait la cause de l'ouverture de la fleur, serait aussi la cause qui la ferait fermer. Schranck observe que dans une serre chaude en hiver & un cellier en été qui sont au moins aussi humides que l'air libre d'un

jardin, à six heures du soir, la *mimosa virgata* n'eut ses feuilles dormantes qu'aux heures accoutumées dans le premier endroit, & elle ne se détermina à s'ouvrir au soleil qu'à six heures, dans le second. Enfin, les serres sont plus chaudes le soir que le matin, & le thermomètre y monte toujours plus haut que dans un cellier, cependant cette même sensitive dort le soir, & s'éveille le matin dans la serre, comme dans le cellier où la chaleur est assez uniforme, ce qui fait présumer que la lumière, la chaleur, & l'humidité influent peu, ou n'influent pas uniquement sur ce phénomène.

Il me semble que Bonnet rend raison de ce phéuomène par le moyen de ses feuilles artificielles. Quand le soleil baisse la chaleur diminue, l'évaporation est plus faible, les vaisseaux sont plus gonflés, & ils se gonflent davantage par l'humidité que l'air rafraîchi dépose sur leurs surfaces; & que leurs pores doivent absorber, de sorte que la contraction occasionnée par ce gonflement, imprime aux feuilles le mouvement qu'elles suivent. Le réseau inférieur, comme la toile, plus sensible à l'humidité que le supérieur, entraîne alors

celui-ci, & le réseau supérieur retiré par la chaleur, comme le parchemin acquiert en perdant son humidité une force qui tire les folioles en sens contraire, & les force à se fermer en gouttière du côté du ciel; Bonnet démontre la justesse de la conclusion qu'il tire en faisant prendre aux feuilles artificielles & naturelles, pendant la nuit, la situation qu'elles ont pendant le jour, lorsqu'il en approche un corps chaud, & en leur donnant, pendant le jour la situation qu'elles ont pendant la nuit, quand il en approche un corps humide; mais dans les deux cas les feuilles naturelles reprennent la position du moment, quand on écarte d'elles le corps chaud & le corps humide.

Schranck emploie une explication qui a quelques rapports avec la précédente; il a vu les vaisseaux spiraux des sensitives s'allonger en se détortillant par la dessication, & s'accourcir en serrant leurs spires par l'humidité: il a observé que les vaisseaux spiraux du *tragopogon* s'entortillaient, quand on les plongeait dans l'eau, & se détortillaient en les tirant de l'eau pour les mettre au soleil. Les feuilles de l'acacia éprouvent cet effet dans

leurs fibres, lorsque l'humidité de la nuit les racourcit, & que la chaleur du soleil les allonge en vidant leurs vaisseaux. Le soleil racourcit les fibres du côté qu'il frappe, plus que celles qui sont du côté opposé, & cet accourcissement s'opère dans les vaisseaux ou les fibres, comme le desséchement qu'il procure. Cet effet doit se produire sur le tissu cellulaire & les filets ligneux. On comprend comment les tiges se plient quand les vaisseaux spiraux sont racourcis : c'est de cette manière que peut s'opérer le mouvement des étamines & des pistils, puisque les filets & les pistils ont des vaisseaux spiraux. Les rapports que j'ai observés entre la suction & la transpiration, font une difficulté contre cette explication, puisqu'il en résulte que les vaisseaux doivent être toujours également pleins pendant le jour ; mais l'évacuation du gaz oxygène ne serait-elle pas une cause plus vraisemblable de ces mouvemens ? au moins ce gaz ne quitte les plantes que lorsque le soleil agit sur elles ; &, comme il favorise leur suction, il augmente la quantité d'acide carbonique qu'il peut décomposer ; mais cela ne saurait expliquer le mou-

vement des sensitives que le contact seul d'un corps détermine. Je dois pourtant dire que j'ai vu les feuilles ailées du faux acacia donner beaucoup de gaz oxygène au soleil sous l'eau sans s'ouvrir, lorsqu'elles étaient appliquées l'une à l'autre, ou s'appliquer l'une à l'autre, quand elles étaient ouvertes.

Comparetti explique cependant le mouvement des sensitives par le moyen des vaisseaux spiraux; il a vu sous la peau de ces plantes plusieurs paquets de vaisseaux argentins plus ou moins tuberculés, de même que quelques faisceaux de petits vaisseaux spiraux plus lâches, placés à l'extérieur dans les entrenœuds; ces vaisseaux qui lient mieux les petites cavités oblongues, latérales & antérieures aux articulations des rameaux & des pétioles, deviennent la cause du mouvement de ces plantes. En coupant une lame fine de l'entrenœud, il observa un anneau de vaisseaux spiraux composé de deux séries de vaisseaux ovales & presque sémi-lunaires, dont la face la plus convexe est la supérieure, la moins concave est inférieure, & dont l'extrémité se dirige vers le côté de l'entrenœud. Quand on laisse la section s'es-

suier, l'anneau formé par les vaisseaux spiraux se retire & sort de la surface moyenne environné par une substance verte & transparente. Si l'on coupe une lame de l'entre-nœud, qui passe par l'axe, on voit les paquets des fibres longitudinales convergens & assez gros, relativement à l'autre substance du parenchyme qui est plus verte & spongieuse; il a distingué les filets spiraux au travers de cette section. Comparetti explique par ce moyen le mouvement des étamines, dans un mémoire qui est dans les *Mémoires de l'Académie de Turin T. V.*

Pourquoi toutes les plantes ne dorment-elles pas? Il me semble que ce sommeil prétendu, peut être plus ou moins sensible, & qu'il peut exister, quoiqu'on ne sache pas ce qui le caractérise, comme par exemple dans les plantes à lèvres, ou une organisation particulière empêche d'observer ce mouvement, de même les étamines des primevères ne sauraient bouger; mais l'abaissement ou l'élévation d'une feuille, d'un calice, d'un pétale voisins des étamines sont des obstacles à ce mouvement, ou des causes qui le favorisent. La nature du pétiole ou du pédoncule, leurs insertions

insertions peuvent produire des effets semblables sur les étamines & les feuilles.

Schranck explique les mouvemens de l'*hedysarum gyrans* par les spires des trachées tournans à droite & à gauche, lorsqu'elles se dessèchent & revenant par l'humidité de gauche à droite ; il en serait de même pour l'élevation & l'abaissement des feuilles.

Kerner a observé un grand nombre de vaisseaux spiraux dans les pétioles des feuilles & dans les tiges. Les variations produites par l'action du soleil, de l'humidité, de la chaleur, sont, suivant ce naturaliste, les causes du mouvement des feuilles. En touchant les feuilles des sensitives, on allonge les vaisseaux spiraux de leurs pétioles, mais on ne les oblige pas à continuer leur mouvement. Si les jeunes plantes dorment mieux que les vieilles, c'est parce que leurs vaisseaux spiraux sont plus libres.

Schranck étend ses observations aux fleurs, à leurs enveloppes ; les calices, les pétales sont pleins de vaisseaux spiraux, la chaleur de la lumière les ouvre, en les racourcissant, & l'humidité les ferme en les allongeant ; les feuilles où les calices qui ressemblent le plus aux

pétales, dorment le mieux, comme l'hémerocale. Les fleurs sans calices dorment bien, comme les tulipes, mais le fond de ces fleurs est un tissu cellulaire, très-spongieux, sur lequel la lumière agit fortement, quoique la fleur soit fermée, & son action se communique aux vaisseaux spiraux qui produisent les mouvemens des pétales. J'ai vu la chaleur seule sans lumière ouvrir les pétales des tulipes ; il y a des fleurs qui ne s'ouvrent qu'à l'entrée de la nuit, comme les jalaps, & d'autres qui se ferment entre neuf & dix heures du matin, comme le *tragopogon*.

Les fleurs de la *draba verna*, de la *blattaria* ont un mouvement de nutation bien marqué. On pourrait rapporter à ces mouvemens, ceux des vrilles & de quelques plantes sarmenteuses. Ces faits différens ont peut-être une cause commune ; c'est pour cela que j'ai voulu les rappeler à l'esprit.

On a pu voir que ce sujet est encore couvert d'épaisses ténèbres ; que les hypothèses employées pour les expliquer, ne rendent raison qu'en partie des phénomènes ; qu'il est impossible de prendre un parti au milieu des vraisemblances qui s'offrent à l'esprit, & qu'il

faut redoubler d'attention, & multiplier les observations pour ramener ces faits à une formule générale, qui sera l'expression des faits observés, ou pour distinguer ceux qui paraissent avoir une cause particulière.

SECTION SIXIÈME.

PREMIÈRE PARTIE.

Des organes générateurs des plantes.

CHAPITRE I.

INTRODUCTION.

LES phénomènes de la génération des plantes sont aussi remarquables que les organes qui en sont les instrumens. Mais si l'on est parvenu à pénétrer un peu leur structure, comme on l'a vu dans la première partie, leurs opérations sont toujours dans une grande obscurité ; cependant comme il y a quelques faits qui peuvent l'éclairer, je les ai rassemblés, pour faciliter de nouvelles recherches, & pour montrer, que si l'on manque des connaissances qu'on desire, on peut & l'on doit

les espérer, tout comme on peut & l'on doit travailler à les obtenir.

Les détails anatomiques où je suis entré dans la première partie, seront la base des réflexions & des recherches suivantes.

CHAPITRE II.

Du sexe des plantes.

CETTE dénomination suppose que les végétaux ont des organes reproducteurs, analogues à ceux des animaux, les étamines sont leurs parties mâles, les pistils sont les parties femelles; mais quoique cette analogie paraisse fondée sur des rapports frappans, on y remarque cependant de grandes différences; comme j'aurai l'occasion de le remarquer. Il faut néanmoins convenir que la nature semble avoir adopté dans les grands phénomènes des corps organisés, une formule qu'elle modifie de mille manières suivant les circonstances, & on l'observe sur-tout dans leur reproduction.

Les anciens paraissent avoir connu le sexe des plantes; Herodote en parle manifestement en décrivant le palmier dans le livre de son histoire appelé Clio. Theophraste dit que les palmiers mâles sont fécondés par les pal-

miers femelles ; & il nomme d'autres plantes qui jouissent du même avantage. Tout cela était resté stérile jusques en 1592, que Zaluzianski parla disertement du sexe des plantes. Camerarius dans son *Epistola de sexu plantarum*, publiée en 1694, dit que les graines de mercuriale & de maïs, ne mûrissent point quand on enlève les fleurs à étamines. Linné s'est enfin approprié cette idée dans sa dissertation intitulée *sponsalia plantarum*, il l'a développée, démontrée, généralisée par ses expériences; il en fait alors la base d'un systême botanique, qui me paraît mériter la préférence sur tous les autres par sa simplicité, sa précision, son universalité, & son élégance. Enfin Hedwig a montré sa perfection en l'appliquant avec le plus grand succès aux plantes cryptogames.

CHAPITRE III.

De la fécondation des plantes.

La reproduction des corps organisés est le phénomène le plus étonnant de l'histoire naturelle, que l'homme puissse considérer; il n'y a point de sujets qui ait occupé autant de cerveaux, développé autant d'idées, & produit autant de fables. Je me borne à montrer la chaîne des observations sur la reproduction des végétaux, & celle des conséquences immédiates qu'on en tire.

Le but final de la végétation semble être la production des fruits, ces dépôts des graines, ou des moyens reproducteurs de la plante à laquelle ils doivent le jour; la graine mise en terre germe, s'ouvre, & le végétal paraît. Cette graine est le dernier produit des plantes herbacées qui périssent quand elle est mûre; les plantes ligneuses semblent se reposer pendant l'hiver pour préparer

sourdement les fruits & les graines de l'année suivante.

L'origine des graines est dans le lieu où on les trouve, & comme elles sont presque toujours dans les fleurs, comme elles restent pour l'ordinaire attachées dans le centre de leurs bases lorsque les pétales tombent, on doit croire que les fleurs sont les berceaux des graines. J'ai montré que les calices pouvaient être retranchés aux fleurs avant leur épanouissement, sans nuire à leur fécondation ; plusieurs fleurs sans calice ont des graines fécondes. J'ai prouvé de même qu'on pouvait supprimer impunément les pétales de plusieurs espèces de fleurs, sans les rendre stériles ; il y a même quelques fleurs apétales. Enfin comme une foule de fleurs sont fécondées sans nectaire, on peut croire que cet organe n'est pas essentiel à la fécondation.

Au contraire, la suppression des étamines & des pistils, avant l'épanouissement des boutons, ou le retranchement seul des pistils, quand la fleur s'épanouit, fait avorter la graine. Il paraît donc bien probable que les

pistils & les étamines concourent à la production des graines.

On sait que les fleurs d'un très-grand nombre de plantes renferment dans la même corolle des étamines & des pistils ; qu'il y en a qui ont sur le même individu des fleurs séparées, dont les unes sont seulement à étamines & les autres à pistils ; enfin qu'il y en a dont chaque individu n'a que des fleurs à étamines ou des fleurs à pistils. C'est un fait certain que les plantes qui réunissent sur le même individu les fleurs à étamines & les fleurs à pistils ne donnent point de graines fécondes quand on supprime un de ces genres de fleurs avant la fécondation. De même les plantes dont chaque individu ne porte qu'un seul genre de fleurs ne donneront point de graines fécondes, si les individus qui ont séparément les deux genres sont trop éloignés les uns des autres, quoiqu'ils en fournissent toujours quand ils sont plus rapprochés. Il est encore démontré que les fleurs à pistils sont les seules qui donnent des fruits & des graines, & que les fleurs à étamines seules sans pistils n'en donnent jamais. Gleditsch obtint à Berlin

des dattes d'un palmier à pistils qui fleurissait inutilement toutes les années, lorsqu'il eut sécoué sur ses fleurs les poussières des fleurs d'un palmier à étamines qui était à Dresde, & dont il fit venir à Berlin quelques fleurs par la poste. On obtient des résultats semblables par les mêmes moyens sur les fleurs à pistils des plantes, qui portent avec elles des fleurs à étamines, après avoir retranché celles-ci avant la fécondation : De même que lorsqu'on coupe les étamines à une fleur qui réunit les étamines & les pistils sur le même calice, en secouant les étamines qui appartiennent aux mêmes fleurs sur ce pistil solitaire; c'est pour l'ordinaire le seul moyen qui leur fera donner alors des graines fécondes.

Il est donc bien sûr que les pistils & les étamines séparés ne produisent point de graines germantes, que les pistils & les étamines réunis favorisent cette production, & que les fleurs à pistils sont les seules qui donnent des fruits: chaque poussière des étamines est une coque pleine d'une liqueur subtile & d'une poussière très-fine qui n'est pas la graine. Ces poussières mûres se déposent sur la partie supérieure du pistil ; ce

qui fait croire que cette poussière ou la liqueur contenue dans la coque pénètre le pistil & arrive jusqu'à sa base, où les germes sont fécondés par elle : ceci paraît plus probable quand on considère que la poussière des étamines se répand seulement lorsque les stigmates des pistils peuvent en recevoir les influences ; qu'il n'y a point de fécondation quand on retranche les stigmates avant l'émission des poussières ; que les pistils & les étamines se dessèchent quand les graines sont fécondées ; que les pistils sont toujours placés de manière à recevoir la poussière des étamines, & si quelques circonstances particulières changent ces dispositions, l'on voit bientôt qu'ils les reprennent pour produire cet effet. Quand le stigmate est plus élevé que les étamines, il se plie, & la poussière est toujours lancée de manière qu'elle peut atteindre le stigmate ; l'épanouissement de la fleur favorise cet effet. Dans les plantes où le même individu porte des fleurs mâles & femelles, les dernières sont placées plus bas, & leurs feuilles sont plus petites, pour laisser un libre accès aux poussières. Enfin c'est dans le moment

de la fécondation que le stigmate est le plus ouvert. Les vents, les insectes facilitent l'arrivée des poussières sur les stigmates qui offrent dans leur partie supérieure une espèce de coupe propre pour les recevoir lorsqu'elles sont lancées ; la plupart même des pistils sont fistuleux & forment un canal direct de communication, pour conduire les poussières depuis le stigmate où elles tombent, jusques à la graine. Ces poussières paraissent encore calibrées pour les pistils, comme on le voit dans les iris & les tulipes. Enfin dans les fleurs où les étamines & les pistils sont réunis, les premières recouvrent les seconds, & comme les poussières des étamines ne sauraient tomber sur les pistils, lorsque la fleur est inclinée, on voit les fleurs se relever, au moment de la fécondation, & le pistil recevoir la poussière qui doit féconder la graine. Dans les fleurs en grappes & en épis, les fleurs inférieures sont fécondées par les supérieures.

La *vallisneria* présente un phénomène remarquable, ses fleurs mâles s'élèvent du fond de l'eau pour fleurir à la surface ; les fleurs femelles s'élèvent de même, mais par un mé-

canisme particulier ; elles sont attachées à un filet roulé en spirale, qui se développe sous l'eau, jusques à ce qu'elles aient atteint l'air. Les fleurs mâles périssent après la fécondation, mais les fleurs femelles rentrent dans l'eau, par le même moyen qui les retire pour y fructifier. C'est un fait que la plupart des plantes aquatiques arrivent à la surface de l'eau pour y fleurir & qu'elles s'y replongent, quand leurs fruits sont noués. Linné & plusieurs autres botanistes célébres ont affirmé que les plantes ne se fécondaient pas dans l'eau ; mais Philippe Caulini a prouvé que le *phucagrostis major* de Théophraste, l'*alga marina graminea minor* & *l'angustifolia*, le *ruppia aquis marinis exnatans* étaient fécondées dans l'eau, de même que plusieurs *potamogeton*, le *callitriche verna*, *zannichellia palustris*, *ceratophyllon* & *myriophyllon verticillatum*, comme on l'apprend dans les *Annales de botanique* de Usteri partie XI.

En poussant plus loin cette analyse, on trouve que les poussières ne sont pas les graines, qu'elles ne sont pas dans le fluide des poussieres, ni dans les globules renfermés par les poussieres, suivant les observations de Spallanzani ; mais il a vu, comme je l'ai

déjà dit, les graines placées à la base du pistil avant la fécondation, & il a prouvé que la graine observée alors, était la graine féconde recueillie après qu'elle a été fécondée, de sorte qu'on ne peut douter de sa préexistence dans la base du pistil, & de l'importance des poussieres pour la rendre féconde.

Je ne répéte point ici ce que j'ai remarqué sur les germes, sur la reproduction des boutures, des bourrelets, je renvoie à tout ce que j'ai dit en parlant du style, des germes & des graines dans la section cinquième, partie première, chap. X., & dans la même section, partie troisième, chap. III.

Je ferai encore ici une observation qui semblerait contredire l'économie qu'on observe dans les procédés de la nature & qu'on aime toujours y trouver. Koelreuter a fait voir que toute la poussiere des anthères, n'est pas nécessaire pour la fructification, puisque *l'hybiscus syriacus* qui contient 4863 grains environ de poussiere dans chaque anthère, a eu toutes ses graines fécondées artificiellement avec 50 ou 60 grains répandus sur ses fleurs ; quand il y eut moins de 10 grains répandus, il n'y eut point de fécondation. Pour-

quoi donc cette immense quantité de globules fécondans dans les fleurs à étamines ? Bulliard semble fortifier cette difficulté, en observant que les premiers globules recouvrent les stigmates d'un fluide mucilagineux qui y retient les corps grumeleux avec les coques ; ce qui forme une colle ténace que l'eau ne peut dissoudre. On ne peut injecter alors le pistil d'un lis de Chalcedoine tenu dans un lieu sec, à moins d'enlever une partie du stigmate, ou de le percer; ce qui ferait croire que les glandes du stigmate sont paralysées. Les nouveaux globules placés sur cette croute deviennent inutiles, parce qu'elle obstrue les pores ou les orifices des vaisseaux dans lesquels ce fluide se serait introduit.

Les globules des étamines doivent pourtant être très-nombreux, puisque la quantité des étamines est souvent plus grande que celle des graines; mais avec un peu d'attention, on en apperçoit les raisons probables : quand on considére les plantes placées au milieu d'un élément aussi mobile que l'air, & exposées à tous les accidens d'une température très-variable; on comprend bientôt que plusieurs de ces globules deviennent inutiles

soit

à la fécondation, soit parce qu'ils tombent à terre, soit parce qu'ils sont emportés par l'air ou desséchés par le soleil, ou altérés par la pluie, ou dévorés par les insectes, ou mutilés par le ballotement des fleurs; aussi les graines courraient le risque d'être stériles, si les fleurs n'avaient qu'un petit nombre de globules: mais quand ces accidens ne sont pas universels, les globules des fleurs d'une plante peuvent servir à la fécondation d'une autre de la même espèce. On voit les stigmates des fleurs en grappes & en corymbes couverts de plusieurs globules, quoique leurs propres anthères ne soient pas encore en état d'en répandre.

CHAPITRE IV.

De la fleuraison & défleuraison.

L'HISTOIRE des boutons est celle d'une plante qui commence à produire une tige, une branche ; elle annonce le but de la végétation dont la fleur est dans la graine. Je ne m'arrêterai point à traiter ce sujet important relativement aux boutons à fruit. J'ai fait leur anatomie dans la première partie de cet ouvrage, & je me suis sur-tout occupé de l'évolution des boutons au printems, en parlant des boutons à feuilles ; mais tout ce que j'ai dit alors peut s'appliquer d'autant mieux aux boutons à fruit, qu'un grand nombre d'entr'eux m'ont fourni les objets de mes expériences & de mes observations, parce qu'ils sont plus gros & plus faciles à étudier.

La fleuraison peut être considérée ou relativement à la saison des fleurs, ou relati-

vement à leur épanouissement; ce double événement dépend de l'état des plantes & des circonstances qui peuvent influer sur lui. C'est au moins ce que la succession des fleurs, & ce que l'influence de la chaleur, de l'humidité ou de la sécheresse sur l'accélération ou le retard de la fleuraison confirment.

On observe que les plantes du nord fleurissent plus tôt dans nos climats que dans leur patrie; par la même raison, les plantes tropiques fleurissent plus tard en Europe que sous leur ciel brûlant. En général, on remarque que la chaleur, la qualité du sol, la sécheresse produisent les plus grands effets sur la fleuraison.

Les différens rayons de la lumière ont même une influence particulière sur la fleuraison. J'ai vu des haricots exposés sous le rayon violet, qui ont fleuri à peu-prés dans le même tems qu'en pleine lumière; mais ceux qui furent éclairés par le rayon rouge fleurirent dix jours plus tard.

Il y a des plantes tropiques, qui ne fleurissent point dans nos climats, quoiqu'elles y poussent avec une grande vigueur; leurs

sucs ne s'élaborent pas assez pour développer les fleurs; quand elles s'épanouissent, elles souffrent souvent des altérations dans leurs formes & leurs couleurs ; ce qui prouve qu'elles ne trouvent pas également par-tout l'aliment qui leur est propre.

Les premières fleurs qui s'épanouissent sur une plante, sont pour l'ordinaire les plus voisines de la tige ; les autres fleurissent successivement en s'élevant. Cette règle n'est pourtant pas générale; j'ai vu souvent les fleurs s'épanouir à la fois sur toutes les parties de la plante.

La connaissance du tems de la fleuraison peut être aussi utile que celui de la feuillaison; il peut indiquer une autre époque qui doit avoir son utilité. On a suivi cette fleuraison en divers lieux, & on en a donné des tables instructives pour la météorologie de l'agriculture. Linné a fait un *calendrier de Flore* pour Upsal. Adanson a fait la même chose pour Paris dans ses *familles des plantes*, & Durande pour Dijon, dans ses *Notions élémentaires de botanique*. On y apprend qu'il faut une somme de degrés de chaleur pour développer les fleurs, aussi les plantes sep-

tentrionales & tropiques sont dessaisonnées dans nos climats.

On voit un effet manifeste de la lumière & de la chaleur dans l'ouverture horaire des fleurs. L'*horloge de Flore* par Linné & par d'autres, annonce l'action successive du soleil sur elles. Il y a des fleurs qui s'ouvrent le matin, comme celles des labiées; d'autres à midi, comme les mauves; quelques-unes pendant la nuit, comme quelques *geranium*; d'autres au coucher du soleil, comme les jalaps.

Adanson observa pour la fleuraison ce qu'il avait observé pour la feuillaison; il vit un mois s'écouler entre la fleuraison des individus les plus printaniers & les plus tardifs; les uns fleurissaient en pluviose, d'autres en ventose; mais les différences diminuent à mesure qu'on approche davantage de l'été. Ces observations ne regardent que les arbres & les plantes vivaces, puisque la fleuraison des autres plantes dépend du tems de leur semature; mais on voit pourtant ici que la chaleur influe sur la fleuraison, puisque dans les mois où la chaleur est la plus vive & la plus constante, la différence du tems entre la fleuraison des différens individus est moins

considérable. Les seigles semés au printems ne fleurissent que quinze jours plus tard que ceux qui sont semés en automne.

L'abondance des sucs qui remplissent les vaisseaux des plantes peut être la cause de l'épanouissement des fleurs ; ils gonflent les vaisseaux des pétales, ils les forcent à s'étendre; la lumière qui favorise la suction influe ainsi sur leur développement. L'humidité ou le dessèchement des pétales ou du calice accélère ou retarde de même l'épanouissement. Les fleurs qui s'épanouissent pendant la nuit ont peut-être besoin des sucs de la rosée & du ralentissement de l'évaporation. Adanson observe que les fleurs ouvertes à six heures du matin au Sénégal, ne s'ouvrent qu'à huit ou neuf heures à Paris, & à dix en Suede; il remarque que les fleurs qui ne s'ouvrent qu'à dix heures au Sénégal, ne s'ouvrent qu'à midi en France, qu'il arrive même qu'elles ne fleurissent pas, ou qu'elles perdent leurs corolles, & souvent ne donnent point de fruit ; enfin il apprend que les fleurs qui ne s'épanouissent au Sénégal que depuis midi, ne fleurissent ni en France,

ni en Suede, & qu'il en est de même pour nos plantes transportées au Sénégal.

Linné distingue les plantes dans son *horologium Floræ* relativement à leur fleuraison diurne, en *météoriques* ou affectées par l'état de l'atmosphère ; elles ne s'épanouissent pas quand le ciel est nébuleux, & elles se ferment à l'approche de la pluie, comme le souci du Cap de Bonne-Espérance ; en *tropiques* qui s'ouvrent le matin & se ferment le soir ; enfin en *équinoxiales* qui suivent dans leur fleuraison la division de nos heures. Ces observations ne se réalisent rigoureusement, que lorsque la température, l'exposition, &c. sont les mêmes : un nuage peut déranger cet épanouissement sur lequel l'état de la plante doit pourtant influer beaucoup.

Il y a des fleurs de plantes terrestres qui s'épanouissent sous l'eau. Gouffier a vu les fleurs d'hyacintes se développer dans ce fluide. J'ai vu les boutons du marronnier, du poirier, de la vigne s'épanouir de même. Les narcisses m'ont paru fleurir mieux de cette manière que les hyacintes.

Les fleurs périssent quand les fruits paraissent ; les pétales se fanent & tombent comme

s'ils avaient été coupés; ils cèdent quand on les touche, peut-être leurs bases fortement comprimées par le fruit qui grossit ne reçoivent plus de nourriture. On a cru que les fleurs à qui l'on a retranché les parties de la fructification durent plus long-tems que les autres; je ne l'ai pas observé sur les tulipes : néanmoins les pétales doivent être privés des sucs que le germe plus dévelòppé s'approprie; & comme le fruit grossit alors beaucoup, il exige beaucoup de nourriture; outre cela, il doit comprimer les vaisseaux des pétales par l'augmentation de son volume qui repose plus ou moins sur leurs bases, & qui en serrant leurs vaisseaux diminue encore la quantité des sucs qui y passent. On observe la même chose quand l'ovaire est au-dessus, ou au-dessous de la corolle, puisque la base des pétales est également pressée par le fruit qui s'accroît tous les jours.

La durée de la fleuraison varie dans les espèces, sans doute par la nature des sucs qui les pénètrent, ou par leur action sur leurs organes, & en particulier sur le fruit dont l'accroissement plus ou moins rapide

doit hâter ou retarder la chûte des pétales. Les fleurs de l'*hemerocalis fulva* ne durent qu'un jour, celles du *vaccinium oxycoccos* se conservent pendant dix-huit jours.

CHAPITRE V.

Des espèces.

On manque de règles sûres pour distinguer les espèces des variétés. Si une plante change de forme, si elle se rapproche d'une espèce connue, si elle en est distinguée par des différences très-petites ou peu essentielles, elle devient une variété. Les différences dans le port, la grandeur, la couleur, les formes permanentes pendant plusieurs années, ne font pas une espèce. Un accident ou la culture peut avoir produit cet effet & l'avoir prolongé dans sa postérité. Villars observe fort bien, que la grandeur d'un individu ne change pas plus son espèce, que celle des feuilles, des tiges, des fruits, ou des fleurs; les grandeurs respectives changent rarement. Le tissu, le velouté, la couleur, les saveurs, l'odeur, la multiplication des fleurs & des autres parties, leurs monstruosités, sont pour l'ordinaire des variétés; mais la figure des poils, le port des

tiges & des rameaux, l'insertion des feuilles, des branches, sont presque toujours invariables. Il observe encore que l'usage des plantes, le sexe, le tems de la fleuraison & de la fructification sont des caractères trompeurs, mais les racines, le port, la figure des tiges & des feuilles, les supports, la fleuraison, le fruit offrent des câractères permanens. En général l'espèce est une production du même genre, ayant ses caractères généraux avec quelques caractères particuliers propres à la faire remarquer, tandis que la variété offre des différences peu sensibles & moins faciles à distinguer. Il me semble pourtant qu'il serait curieux de rechercher, si ces variétés deviennent permanentes, & si elles ont des causes remarquables.

La culture influe sur les plantes. Un arbre vigoureux pris dans un bois, une plante arrachée dans un pré, transplantés & soignés dans un bon terrain se développent avec plus de vigueur, que dans le lieu de leur naissance. Les fruits, les feuilles, les fleurs, les branches, les tiges seront plus gros, leur goût, leur odeur adoucis deviendront plus agréables. On obtient les mêmes produits en cul-

tivant les graines de ces plantes, comme leurs descendans ; mais les variétés qu'ils manifestent disparaitraient, si l'on ne cherchait pas à les conserver par les moyens qui les ont fait naître, ou si on ne les multipliait pas par des semis, des boutures ou des greffes.

Le terrain aide à la culture, il y a des cantons, où quelques plantes se développent mieux qu'ailleurs, tandis que d'autres plantes y souffrent. Le climat, la sécheresse, l'humidité, l'ombre ont des rapports plus ou moins avantageux avec chaque plante, qui les rendent plus ou moins belles, qui leur donnent des fruits plus ou moins bons ; la culture conserve ces changemens, comme les boutures soignées.

Les variétés affectent sur-tout quelques parties des plantes ; on les remarque dans les individus. Le tabac, le ricin qui font des arbres en Amérique, sont en Europe des plantes annuelles.

Le climat, le sol, l'exposition, la saison diverses autres causes dont je parlerai, influent manifestement sur ces variétés dans le port, les tiges, la vigueur, la direction, la durée des végétaux de même que sur la forme, la grandeur, la surface, la couleur des feuilles

sur les enveloppes, les corolles, les couleurs, & sur-tout le nombre des pétales, des étamines, & des nectaires des fleurs; les goûts, les odeurs changent souvent; quelques plantes perdent leurs épines ou en prennent. Il me paraît que cela doit être l'effet des sucs plus ou moins propres à être élaborés par les organes de la plante, qui deviennent plus ou moins propres à lui être assimilés, à étendre ses mailles, à les remplir, & à les peindre avec des nuances analogues à cette élaboration.

La greffe confirme cette idée, elle fournit des espèces particulières, soit qu'on greffe une espèce sur une autre ou le sujet sur lui-même. Les pêchers entés sur l'amandier ou le prunier donnent des fruits meilleurs que les pêchers entés sur eux-mêmes, ou qui n'ont pas été entés. Les poires bons-chrétiens perdent leurs pierres, lorsqu'on ente fréquemment le même poirier qui les porte sur leurs entes précédentes. La greffe & la bouture conservent ces espèces nouvelles que le changement de l'organisation dans la greffe a produit; parce que l'effet de la greffe se fait sentir sur les germes par la nourriture différente qu'elle leur prépare.

Les changemens dépendans de la culture

ne sont pas aussi durables; la négligence des soins qui les ont produits, ramène la plante à son premier état. Les plantes qui demandent un bon sol périssent dans un sol maigre où elles deviennent méconnaissables.

La fécondation des fleurs d'une espèce par les poussières d'une autre, est une cause plus efficiente de variétés; si une renoncule blanche prête à fleurir, ne reçoit que ses poussières, sa graine fournira des renoncules blanches; mais si elle est au milieu de mille autres qui ont différentes couleurs, les poussières de celles-ci pénétreront le pistil de la blanche, & influeront sur ses graines qui donneront naissance à des fleurs dont les pétales seront plus ou moins colorés, & dont les graines produiront des fleurs d'une blancheur sâlie par ces nuances. Marchant avait déjà remarqué cette espèce de changement sur la mercuriale en 1719; & les jardiniers qui sèment la graine des œillets, des hyacintes &c. pour avoir des variétés, le savent de même. C'est ainsi que les espèces des poiriers se sont si fort variées. On sait que le colmar doit être sorti d'un pepin, produit par un bon-chrétien fécondé par la bergamotte d'automne.

Les fécondations fortuites sont la source de plusieurs variétés qu'on distinguerait surement dans les planches d'Auricules. Quand le mulet végétal a été caractérisé par l'union adultérine des deux plantes : la graine, son germe, ceux qu'elle renferme, ont participé à cette altération, que la nouvelle union devait produire ; cette espèce est ainsi marquée pour toujours, si on la conserve par la graine ou les boutures ; telle est sans doute la cause de l'augmentation du nombre des espèces des fruits dans ce siècle.

Comme le plus grand nombre de nos légumes & de nos arbres fruitiers sont étrangers à ce climat, il me semble que l'on pourrait encore augmenter & varier nos jouissances par la conquête de nouveaux végétaux. L'abricotier d'Arménie ne réussirait pas aujourd'hui dans nos climats comme ceux qui y sont, si on le transportait subitement dans notre sol sans lui faire faire des haltes fréquentes pour le familiariser avec ce changement. Nos gelées tuent la capucine qui est vivace au Perou : en général, les plantes septentrionales s'acclimatent mieux dans le midi que celles du midi dans les terres du Nord : cependant nos

arbres fruitiers dépérissent aux Antilles, leur terrain est trop sec, & la chaleur les épuise par une transpiration trop forte, qui n'est pas réparée par les rosées de la nuit, parce que les feuilles n'ont pas une faculté suçante qui puisse remplacer leurs pertes. Les vignes de Bourgogne se sont perfectionnées au Cap de Bonne-Espérance. L'Amérique septentrionale pourrait peupler utilement nos forêts avec ses arbres qui font l'ornement de nos jardins, comme elle enrichit nos campagnes & nos villes avec ses pommes de terre. La canne à sucre originaire des Indes Orientales a presque fait le tour du globe; on l'a cultivée avec fruit en Sicile & dans la ci-devant Provence. Le café a passé du fond de l'Arabie dans les Antilles. Les épiceries des Moluques végètent vigoureusement dans l'Isle de France & à Cayenne. L'arbre à pain a été transporté dans les Isles de l'Amérique.

On ne peut conserver les espèces nouvelles franches que par les graines, les greffes ou les boutures.

On se procure quelquefois des variétés en secouant sur les pistils d'une fleur, les poussières d'une autre espèce, après avoir retran-

ché

ché les étamines des fleurs hermaphrodites. On réussit mieux en choisissant un jeune arbre avec un petit nombre de fleurs, sur lequel on répandra les poussières des fleurs d'un arbre aussi jeune au moment de l'épanouissement; alors si l'opération réussit, on aura la variété qu'on cherche. Ces variétés ne sont pas rares dans la nature; on a vu des raisins blancs sur une grappe de raisins rouges. Cependant ces mélanges sont rares dans les lieux incultes; le tissu des plantes sauvages est plus ferme & plus propre à résister aux impressions étrangères, que celui des plantes soignées, qui est peut être plus lâche; ce qui rend celles-ci quelquefois doubles, panachées & monstrueuses de mille manières. Les coquelicots sont rouges dans les champs, les barbeaux y sont bleux, les primevères jaunes; mais tout cela se varie de mille nuances dans nos jardins.

On ne parvient pas à changer une espèce en une autre, comme le bled en ivroie; il faudrait changer le germe, la plantule, ses rapports; mais s'ils peuvent être modifiés à quelques égards, ils ne sauraient être changés dans leur essence. On trouve, il est vrai,

l'ivroie développée dans un champ où l'on croit avoir semé du bled pur: mais comment s'assurer que le bled semé est sans ivroie, & qu'il n'y en a point dans le terrain? L'ivroie, qui mûrit avant le bled, tombe souvent en terre avant la moisson, & elle paraît au printems. S'il y a plus d'ivroie dans les années humides, c'est parce que l'humidité lui est favorable, tandis qu'elle nuit au bled; les balayures des poulaillers portent dans les engrais l'ivroie que le gésier de la volaille n'a pas brisé. Les vents, les eaux peuvent tromper la vigilance des agriculteurs. Enfin il est clair que si l'ivroie était un bled dégénéré, on pourrait la ramener par la culture à l'état du bled, ce qui a été tenté sans succès, & l'on n'a pas mieux réussi à changer le bled en ivroie en le soumettant au régime humide.

On ne peut pourtant douter d'une espèce de dégénération dans les plantes, qui s'opère peu-à-peu, mais le tems paraît altérer davantage leurs surfaces, leurs couleurs &c., que leur forme. Les tiges sont plus ou moins effilées, plus ou moins nombreuses, plus ou moins durables; les feuilles se montrent plus ou moins découpées, plus ou moins velues, les

fleurs dégénèrent beaucoup, les formes de leurs corolles sont sur-tout affectées, le calice change rarement ; mais on voit des fleurs prolifères, des étamines changés en pétales, le nombre des pétales & des étamines varié souvent en plus & en moins : il y a même des fleurs dont la forme est totalement différente, comme celles de l'*antirrhinum linaria* qui perd son masque pour prendre quelquefois cinq pétales : on observe un changement complet dans les fleurs de la *peloria saponaria anglicana*.

La couleur des fleurs, des fruits & des feuilles, est souvent différente dans les individus de la même espèce ; & j'ai déjà remarqué qu'il y avait des plantes qui perdaient leurs épines par la culture.

CHAPITRE VI.

Des espèces hybrides.

LINNÉ, dans une dissertation intitulée *Plantæ hybridæ*, a donné ce nom à des plantes nées d'une fécondation opérée par les poussières de plantes d'une espèce différente des plantes fécondées. Les anciens botanistes rapportaient ces variétés à l'espèce de la mère; mais en réfléchissant davantage sur la fécondation, on pensa que des plantes d'espèces différentes pourraient se féconder & donner des graines qui produiraient des espèces nouvelles. Ce soupçon fit faire des expériences, & l'on obtint des plantes qui acquirent une permanence dans le règne végétal.

Cette recherche avait ses difficultés; cependant, quand on voit une plante dont les différences avec une autre, sont des ressemblances avec une troisième, tandis que les ressemblances avec la précédente sont des différences avec celle-ci; on est porté à croire

que cet individu tire son origine des deux autres dont il a les traits. L'expérience appuie cette idée, puisqu'on produit des espèces différentes par des fécondations artificielles de ce genre; & l'observation a montré que ce phénomène se présentait dans les campagnes, où les plantes sont plus isolées que dans les jardins.

Marchant fit cette observation en 1715. Gmelin la renouvela sur quelques *delphinium* en 1749, & depuis ce tems, ces plantes ont été bien multipliées, comme on peut le voir dans la dissertation de Linné; il avait trouvé le *sorbus hybrida* dans le Gotland, comme on l'a vu dans les montagnes de Neuchatel. Linné compte 47 espèces de plantes hybrides.

Koelreuter s'est sur-tout occupé de ce siugulier sujet pendant treize ans; il a choisi d'abord les digitales & les lobelies pour ses expériences. Il prit les poussières de la digitale pourprée qu'il répandit sur les pistils de la digitale jaunâtre, & il eut des graines fécondes, qui produisirent de vraies hybrides: ces plantes plus fortes que leurs mères furent vivaces, quoique les premières soient bisannuelles, & elles participèrent d'une ma-

nière frappante aux qualités des deux autres. Ce botaniste combina ses expériences de 44 manières, pour chercher si ces fécondations réussiraient dans tous les cas avec les digitales originales & leurs hybrides ; mais il n'y eut que cinq expériences qui réussirent. Il chercha à féconder les espèces hybrides les unes par les autres, ses tentatives furent stériles. Enfin, le même physicien répéta ses expériences sur le genre des mauves avec de grands succès ; on trouvera le résultat de son travail dans les *Mémoires de l'Académie de Pétersbourg pour* 1782 & 1786. On réussit de même avec les jalaps.

Ces expériences apprennent que plusieurs espèces soupçonnées originales sont probablement hybrides ; qu'on pourrait augmenter leur nombre, & que la nature les forme comme l'art. On découvre aussi que toutes les fécondations qu'on pourrait croire possibles ne réussissent pas, parce qu'elles sont probablement bornées par les rapports des diamètres des poussières avec ceux des tubes des pistils, par la propriété des alimens qu'elles fournissent pour la nutrition & le développement du germe ; il y a sans doute

bien d'autres obstacles à ces fécondations qu'on peut imaginer, tel que la grosseur des plantes, la saison où elles végètent, où elles mûrissent, &c. Tout cela met des bornes à la fécondité de ces unions bigarrées, & c'est sans doute la cause de la permanence des espèces.

La fécondation des plantes hybrides ne diffère pas des fécondations ordinaires; les poussières agissent sur le germe pour le développer & le nourrir; leurs différences altèrent plus ou moins quelques-uns de ses organes, de ses couleurs, de ses formes, &c; mais elles ne changent pas le germe entièrement; il est toujours une plante faite, dont les poussières modifient seulement quelques-unes des parties; en général, il paraît que ces fécondations ne réussissent qu'entre les espèces voisines du même genre. Une violette ne développera pas le germe d'un cérisier; il faut que les poussières soient, comme je l'ai dit, en rapport d'affinité avec les germes pour les développer & les nourrir.

L'analogie des plantes avec les animaux se soutient mal, puisque les plantes hybrides ne sont pas stériles comme la plupart des

mulets, & puisque les fécondations de cette espèce dans le règne animal réussissent souvent entre des espèces fort éloignées, comme celle de la vache avec celle du cheval ou de l'âne.

SECTION SIXIÈME.

SECONDE PARTIE.

Des moyens particuliers que les végétaux ont pour se reproduire.

CHAPITRE I.

INTRODUCTION.

TOUS les végétaux, ou plutôt toutes leurs parties à l'exception des fleurs & des fruits, ont le privilège de reproduire l'individu entier auquel elles appartenaient : cette propriété si remarquable & si utile méritait bien un examen particulier; elle peut presque donner l'immortalité aux plantes, en remplaçant toujours une plante par une de ses parties qui représentera successivement pendant

tout le tems qu'on voudra, la première plante dont une des parties aura été reproduite.

C'est pour cela que je vais considérer les différentes conditions de ces reproductious, leur différente nature & les différens usages qu'on peut en retirer.

CHAPITRE II.

Des reproductions végétales.

LA cicatrice de la plaie d'un arbre, la reproduction d'une branche retranchée sont des phénomènes étonnans pour tous ceux qui les considèrent avec attention. Quelles en sont les sources & les bornes ? Quelles sont les parties des végétaux qui se reproduisent ? Comment les parties mutilées réparent-elles leurs pertes ? Il serait intéressant d'avoir quelques réponses à ces questions curieuses.

§. I. *Parties des végétaux qui se reproduisent.*

L'écorce coupée ou blessée se reproduit facilement, elle seule ferme toutes les plaies végétales.

Une branche, une racine coupées, poussent vers leur section des branches ou des raci-

nes latérales ; les fibres ligneuses coupées ne s'allongent plus , mais il se développe de nouveaux boutons dans le voisinage de la plaie.

L'écorce , les racines, les branches, les feuilles, les pétioles produisent des boutons propres à donner naissance à de nouvelles branches, à de nouvelles feuilles & à de nouvelles plantes.

Les boutons à feuilles avec leurs pétioles & leurs bourrelets peuvent reproduire la plante mère. Rafn raconte qu'une feuille de l'*encomis regia*, ayant été coupée près du nœud, mise sous la presse pour la sécher entre deux papiers dans un lieu assez chaud, sécha d'abord par la pointe ; au bout de six semaines, il remarqua vers la partie la plus épaisse un bourgeon près du côté intérieur, qui grossit comme une noisette, & devint un bourgeon parfait, qui poussa des racines en terre, & qui fleurit au bout de trois ans.

Les boutons à fruit suivent leur histoire quand ils sont entés ; & comme le bois, les pétales & les autres parties des fleurs ne se reproduisent pas, on peut croire que le bou-

ton à fruit qui est la fleur enfermée dans les écailles ne se reproduirait pas.

Les plaies faites aux feuilles ne se cicatrisent point, les parties coupées des feuilles ne se soudent pas; les plaies faites aux tiges des plantes herbacées ne se réunissent jamais; mais on les voit seulement se sécher.

§. II. *Circonstances favorables aux reproductions.*

Les reproductions végétales sont les plus promptes & les plus vigoureuses quand la plante est adulte; plus tôt, elle souffre trop des retranchemens par l'écoulement de la plaie & les ressources que la plante perd: plus tard, sur-tout, quand la plante est vieille, l'écorce desséchée est moins succulente; cependant les retranchemens offrent encore des reproductions frappantes.

Les vieux troncs des arbres sciés se couronnent de feuilles, & font des efforts pour se couvrir de branches. Tant que la plante végète, elle répare autant qu'elle peut, par des reproductions nouvelles, les pertes qu'elle a pu faire.

Je ne dis rien ici de l'influence de la chaleur, de la nécessité de soigner les plaies; cela tient à l'histoire générale de la végétation.

§. III. *Sources de cette reproduction.*

Chaque plante doit contenir dans son écorce les germes d'une foule de boutons qui ne se développent que dans des cas particuliers; sans cela on ne peut imaginer comment une branche, une feuille reproduiraient les parties d'une plante, ou une plante entière qui sont des touts organisés, si cette plante ou ses parties n'avaient pas été contenues sous un volume plus petit dans le lieu d'où elles sortent, & si ces parties développées n'avaient pas réuni tous les organes des végétaux ou de leurs fragmens qu'ils produisent.

J'ai soupçonné les germes répandus dans les mailles des réseaux qui forment les fibres corticales, & ceux qui sont à leur extrémité ou les plus voisins d'une section développés les premiers, parce qu'ils étaient les mieux nourris, ou les plus près de l'être. Les bourrelets si fertiles en boutons sont une réunion de fibres coupées, ou génées par

une ligature, qui reçoivent en plus grande quantité une nourriture abondante qui ne leur était pas si tôt destinée. Cette reproduction est donc amenée par un nouvel emploi des sucs préparés à la partie coupée, ou qui devaient suivre leur route ; leur affluence se manifeste par le gonflement de l'écorce. Les germes de ces parties gonflées sont au milieu d'une nourriture plus abondante qu'ils ne partagent plus avec les autres parties de la branche. Les germes condamnés encore pour quelque tems à une vie obscure se raniment par ces alimens, & forment des branches, des racines qu'ils n'auraient pas formées alors sans ces circonstances particulières.

§. IV. *Moyens de cette reproduction.*

Duhamel apprend par ses expériences, que cette matière reproductrice est une gelée organisée, qui attend l'arrivée de nouveaux sucs pour prendre de la consistance, & l'évaporation des parties aqueuses, pour revêtir la forme d'écorce, d'aubier, de bois, &c.

Quoique cette théorie explique ce phénomène, elle est encore couverte d'obscurités qu'il faudrait dissiper pour éclairer l'économie

végétale. On ne comprend pas comment la nature du milieu, où l'on place la partie blessée, détermine le genre de la reproduction; dans la terre ou dans l'eau, la section produit toujours des racines, & dans l'air, elle se couronne de branches, quoique la radicule fournisse toujours des racines, & la plumule une tige avec des feuilles sous une certaine épaisseur de terre. J'ai toujours vu dans le saule & la menthe mis dans l'eau, les racines sortir près de l'insertion des branches; mais je n'ai jamais vu les racines & les branches se changer en branches & en racines, ce qui suppose des germes particuliers pour chacune d'elles. J'ai déjà donné un essai d'explication pour la radicule & la plumule, mais je renvoie à tout ce que j'ai dit & à tout ce que je dirai dans le chapitre suivant.

CHAPITRE

CHAPITRE III.

Des bourrelets.

LES bourrelets me paraissent former un point capital de la physiologie végétale, ils sont liés avec l'histoire des reproductions. Duhamel & Bonnet ont profondément étudié ce sujet. Lancry s'en est occupé de nouveau dans le *Dictionnaire d'agriculture de l'encyclopédie méthodique.* Ces auteurs me fourniront les principales idées de ce chapitre.

§. I. *Phénomènes des bourrelets formés par des plaies ou par la compression.*

On donne le nom de bourrelet à une grosseur formée sur-tout dans la partie supérieure de l'écorce qui environne les plaies profondes des arbres, & qui s'étend autour d'elles pour les fermer : on les observe de même au-dessus des ligatures faites aux tiges & aux branches.

Toutes les plaies des arbres ne forment pas

des bourrelets; celles qui déchirent seulement l'écorce se ferment bientôt & ne laissent aucune trace ; mais si l'écorce a été entamée jusques au bois, alors il paraît une cicatrice aussi durable que l'arbre; on voit d'abord des excroissances renflées, faire une espèce de cordon auquel on donne le nom de bourrelet. Si l'on enlève un anneau de l'écorce, le bourrelet est annulaire, on distingue celui-ci des bourrelets des plaies simples, parce qu'il offre des phénomènes particuliers. Enfin, si l'on entoure une branche avec un fil de fer ou un fil ciré, de manière que cette ligature applique fortement l'écorce contre le bois, alors il s'élève un bourrelet ou une tumeur au dessus du lien.

Si l'on suit avec attention une plaie faite à un arbre, on voit sortir hors de la partie supérieure des couches corticales les plus intérieures, une substance corticale molle & verdâtre qui grossit plus ou moins, tandis que la saison favorise la végétation ; cette substance se durcit à l'air par l'évaporation, noircit comme l'écorce par l'action du gaz oxygène, & se montre comme une moulure en relief dans la partie supérieure de la plaie; cette

moulure grossit, s'étend vers les côtés, jusques à ce qu'elle gagne les parties inférieures où elle est toujours plus petite que dans les supérieures. C'est ainsi que cette moulure en continuant de grossir, recouvre le bois; la partie extérieure se dessèche & elle reproduit comme l'écorce, l'aubier & le bois. Le bourrelet recouvre ainsi le bois pendant la première année, quand la plaie n'est pas trop grande, & quand elle a été faite au printems. On voit encore, pendant que ce bourrelet croît, qu'il s'en forme un nouveau entre le bois & l'écorce de la lèvre inférieure de la plaie, celui-ci ressemble au premier par sa formation & sa figure.

Le bourrelet qui s'applique très-étroitement sur le bois privé de son écorce, ne s'unit point à lui: il reste une solution de continuité qui ne s'efface jamais; le bois ne fait ici aucune production, il soutient seulement l'écorce nouvelle, & favorise la perfection de la cicatrice, qui se termine plus tard, quand le bois est enlevé, parce que le bourrelet se prolonge davantage pour le suivre; aussi les plaies des bois cariés ne se ferment pas toujours.

Les bourrelets des tiges paraissent constamment dans la partie des plaies, qui est la plus voisine des branches. Si l'on enlève une zone d'écorce autour d'un arbre, le bourrelet se forme dans la partie supérieure, & il sort quelques bourgeons entre l'écorce & le bois de la partie inférieure de la plaie. Si l'on a fait une ligature, il se forme de même un bourrelet dans la partie supérieure, & l'on en voit un plus petit dans la partie inférieure, il donne naissance à des branches par le développement des boutons: ce qui montre que les bourrelets sont les moyens des végétaux pour réparer leurs plaies, qu'ils tirent leur origine de la partie supérieure de l'écorce, & que la matière qui le forme s'échappe de l'écorce, entr'elle & le bois.

La présence de l'air est nécessaire pour la formation des bourrelets. Si l'on empêche le renouvellement de l'air, on voit sortir de la partie supérieure de la plaie, un bourrelet calleux qui se montre ensuite sur les côtés, & sur la partie inférieure; on observe sur la surface du bois de petits mammelons gélatineux isolés, qui sortent entre les interstices des fibres de l'aubier, attachées au bois de

l'arbre. On apperçoit sur le bois de petites taches rousses semblables à des couches naissantes, qui s'épaississent par degrés. Quelques productions grainues blanchâtres, demi-transparentes, gélatineuses, ont l'air de soulever des feuillets membraneux. Cette matière gélatineuse devient grise, puis verte, & toutes ces productions en se prolongeant de haut en bas, recouvrent la plaie & forment la cicatrice qui est toujours fort inégale. Quand il y a des inégalités marquantes autour de la plaie, le bourrelet s'arrête à leur rencontre, & il ne comble jamais le vide qui se trouve dans les intervalles.

Lancry avait fait une plaie annulaire à un tournesol, elle avait 1, 3 centimètres ou 6 lignes de largeur; toutes les parties perceptibles du liber, avaient été enlevées; il vit alors suinter des pores du bois découvert une matière gélatineuse, onctueuse, transparente, qui prit peu-à-peu de la consistance, de l'opacité & de la couleur, jusques à ce qu'elle fût parfaitement semblable à l'écorce de la tige, & qu'elle eût recouvert la plaie; cette nouvelle écorce était adhérente au bois écorcé. Cette expérience réussit sur-tout, quand le

bois privé de son écorce est conservé dans un état humide.

§. II. *Phénomènes particuliers des bourrelets.*

La substance des bourrelets est une couche ligneuse qui sort de l'écorce entr'elle & le bois, elle est sans trachées & paraît d'abord moins fibreuse que le bois, quoiqu'elle lui devienne semblable, quand le bourrelet est formé.

L'écorce est quatre ou cinq fois plus épaisse dans la partie inférieure du bourrelet que dans toute autre ; c'est le prolongement renflé de l'écorce ; il en forme le tiers sur la vigne ; ce prolongement de l'écorce ancienne qui se gonfle, s'unit avec la nouvelle de la manière la plus intime.

On observe des mammelons sur les bourrelets ; en les disséquant dans la direction de leur axe, on y découvre une fibre ligneuse très-fine qui serait l'axe lui-même, & qui paraîtrait sortir de la nouvelle couche ligneuse, en se prolongeant en ligne droite au travers de l'écorce du bourrelet, & suivant une di-

rection plus ou moins divergente, relativement à l'axe de la branche, ou plus ou moins approchant de la direction de son diamètre, jusques à l'extrémité du mammelon. La fibre ligneuse forme le centre ou l'axe ligneux des racines sortant de ces mammelons : au moins les petites racines ne contiennent pas de la moelle.

Depuis le moment que la plaie annulaire existe, il ne se forme point de moelle, jusques à ce que la cicatrice soit faite dans toute la partie de la tige qui est au-dessous de la plaie, sur-tout quand il n'y a point de bourrelet inférieur, il est tout-à-fait cortical & quelquefois ligneux : cependant on ne comprend guères la formation de la substance corticale entre l'écorce & le bois sans celle de la substance ligneuse.

On voit quelquefois la gomme sur les plaies annulaires de la vigne & des arbres fruitiers ; c'est sans doute une partie du suc propre, dont le développement du bourrelet peut se passer ; ou l'excrétion de ce suc, lorsque la plaie s'est appropriée celui qui était convenable au développement du bourrelet. Cette gomme s'échappe également des vieux arbres, puis-

que l'écorce ne céde plus à l'extension occasionnée par l'augmentation du bois ; cette écorce en serrant l'arbre occásionne un bourrelet, parce que cet accroissement forme un obstacle au passage libre de la séve, cette gomme répandue dans l'intérieur, arrête le cours de la séve descendante.

On a remarqué généralement que le bois du bourrelet est strié, & que ses fibres se dirigent vers les racines, excepté à l'extrémité inférieure du bourrelet supérieur, & à l'extrémité supérieure du bourrelet iuférieur; on y voit ces stries se courber sur cette extrémité pour aboutir au corps ligneux que le bourrelet recouvre; cette écorce est formée par une substance fibreuse & corticale & par une enveloppe cellulaire. Quand le bourrelet commence à sortir entre l'écorce & le bois, la substance qui sort la première est le tissu cellulaire; c'est pour cela qu'on ne peut y appercevoir les vaisseaux propres; la substance fibreuse se montre ensuite : enfin on voit la substance ligneuse. Il paraîtrait que l'enveloppe cellulaire sert à l'extension du bourrelet, & la substance fibreuse & ligneuse à l'accrois-

sement en grosseur ou à la formation de l'épaisseur.

Lancry qui a fait ces observations ne voit ni volutes, ni lignes spirales & horizontales dans les bords des bourrelets; toutes les fibres lui ont paru perpendiculaires & parallèles aux fibres de la surface recouverte par ce bourrelet.

Les branches immédiatement au-dessus des plaies annulaires ou des bourrelets, croissent & grossissent plus que les autres, sur-tout dans les jeunes arbres, le bourrelet y devient plus gros & il se forme plus vîte que dans les plus âgés: l'abondance de la séve descendante en est vaisemblablement la cause.

Les plaies annulaires laissent voir dans la première année de forts bourgeons; ceux qui sortent dans les années suivantes, sont plus faibles; quelquefois même ils n'ont que des feuilles. Ces plaies par le suc abondant qu'elles fournissent, hâtent la fleuraison & la fructification; mais j'ai toujours vu, lorsque l'écorce était enlevée jusques au bois, que les boutons se flétrissaient, les fruits tombaient & les feuilles se séchaient. Buffon qui avait fait ces expériences, avait sur-tout remarqué qu'elles

augmentaient la force du bois, quand on fesait la plaie annulaire à la base du tronc. Les arbres les plus jeunes soumis à cette opération périrent dans la première année, les plus vigoureux résistèrent pendant quatre ans, & leur bois fut plus fort, comme Vitruve l'avait enseigné, & comme la combinaison de la fécule avec le gaz oxygène permet de le croire. L'aubier nourri par la séve descendante, se change en bois, comme lorsque le tronc est écorcé. Enfin ces bourrelets annulaires mettent à fruit des arbres qui n'en donnaient point; la séve descendante arrêtée dans sa course, ne baigne plus seulement en passant les germes ou les boutons à fruit; mais par la lenteur de sa marche, elle leur fournit avec abondance l'aliment propre à leur développement.

Enfin quand on fait une plaie à des branches courbées vers la terre, le bourrelet se forme toujours dans la partie la plus voisine du petit bout.

§. III. *De la formation des bourrelets.*

Le séve descendante est arrêtée par la section de l'écorce ou par les ligatures, elle gonfle les couches blessées, elle fournit une nourriture considérable aux parties qu'elle baigne, & les parties qui se développent forment alors le bourrelet. Les fibres liées à leurs extrémités se roulent en se développant; parce qu'elles sont toujours plus repoussées, & qu'elles font effort contre leur lien; alors les lèvres du bourrelet en se gonflant & en se prolongeant, se rapprochent & couvrent la plaie; mais, comme le bourrelet se forme dans la partie supérieure, les fibres se prolongent vers le bas par l'action de la séve sur les fibres qui l'arrêtent.

La séve descendante produit de même le bourrelet inférieur qui est de la même nature que le supérieur; sa direction en montant est celle des bourgeons & des boutons; on explique sa formation par l'effort de la séve qui tend à sortir de la plaie, parce qu'elle est pressée par la séve descendante qui la force à monter, ou qui la porte vers l'endroit où la

résistance est moindre; alors enfermée dans ce bourrelet, ou dans l'écorce qu'elle gonfle, elle forme le bois & favorise son développement.

On conçoit de la même manière les bourrelets formés par des ligatures, la séve descendante est arrêtée par le lien qui comprime l'écorce sur le bois; mais l'effet du bourrelet est moindre dans la première année que dans la seconde, parce que la compression augmente, quand l'arbre grossit, & les obstacles au passage de la séve descendante croissent dans la même proportion.

Ces bourrelets offrent la continuation des fibres ligneuses; dans la tumeur, l'écorce est plus mince sous la ligature & près d'elle que par-tout ailleurs, l'enveloppe cellulaire s'oblitère; mais elle est presque six fois plus épaisse à l'endroit où elle touche la ligature: à 4, 51 millimètres ou deux lignes, elle n'a plus que la moitié de son épaisseur. Dans le bourrelet supérieur, la moitié de cette épaisseur est d'une substance fibreuse & corticale; l'autre est comme le tissu cellulaire, mais quelquefois celui-ci est double. Dans le bourrelet inférieur, l'écorce est de même; les trois quarts

ou les sept huit sont composés de tissu cellulaire, & le reste sera la substance fibreuse ou corticale. Quelquefois les fibres corticales de ces deux bourrelets sont prolongées de l'un des bourrelets dans l'autre, comme les fibres ligneuses, malgré la ligature; on l'observe au moins dans les jeunes bourrelets : les fibres sont rompues dans ceux qui ont deux ou trois ans, parce que la ligature devient toujours plus forte, & les choses se présentent alors comme dans la plaie annulaire.

Ces deux bourrelets paraissent contredire l'existence de la séve descendante; mais on y voit toujours la séve marcher entre l'écorce & le bois, comme elle marche dans les feuilles entre leurs fibres ligneuses & corticales.

Suivant ces observations, il semblerait que cette gelée qui suinte entre l'écorce & le bois, est le tissu cellulaire; que celui-ci facilite à des fibres nouvelles le moyen de se prolonger sur le bois ancien au-delà du bourrelet; qu'il favorise peut-être l'incorporation de ces fibres anciennes avec le bois nouveau, à moins que la mort des vieilles fibres ne s'oppose à leur union avec les nouvelles.

Il paraît que cette enveloppe cellulaire s'échappe hors des mailles du réseau fibreux par l'extrémité des canaux horizontaux, qui contiennent la substance connue sous le nom de productions médullaires ; ce qui ferait croire que toute l'enveloppe cellulaire en est une expansion, & qu'elle sort par les orifices extérieurs des canaux qui contiennent ces productions pour se répandre sur la surface extérieure des troncs, des tiges & des branches. Lancry s'est confirmé dans cette opinion, en répétant plusieurs fois sur l'ormeau l'expérience faite sur le tournesol. Il a vu le bourrelet se former sur la plaie, & deux portions du tissu cellulaire sortir du bois mis à nud. Elles étaient isolées ; la première substance qui parut, fut l'enveloppe cellulaire, les substances fibreuse, ligneuse & corticale se montrèrent ensuite entre l'écorce & le bois du bord supérieur & inférieur de la plaie ; ce qui prouverait encore que la séve descendante fournit seule au développement des fibres ligneuses.

§. IV. *Conséquences tirées de l'observation des bourrelets.*

Ces observations montrent d'abord qu'il ne monte point de séve entre l'écorce & le bois, puisque le bourrelet le plus considérable est toujours le bourrelet supérieur; que le poids de la séve n'est point la cause de sa descente, puisque le bourrelet se forme toujours vers le petit bout de la branche, quoiqu'elle soit pendante; que cette séve développe dans cette partie les fibres de l'écorce; que ce bourrelet renferme les germes des racines qui ont pour leur axe, comme les mammelons des bourrelets, une fibre ligneuse & jamais un canal médullaire. S'il ne se forme point de fibres ligneuses & corticales au-dessous des bourrelets annulaires; si les branches & les racines qui sont dominées par des bourrelets, ne reçoivent plus d'accroissement, c'est parce que la séve descendante est arrêtée, & qu'elle n'y arrive plus qu'en petite quantité; mais, quand le bourrelet est partiel, les branches & les racines inférieures se nourrissent encore, parce que la communication n'est pas entièrement rompue, & que

la séve descendante peut encore les alimenter.

Ces bourrelets annulaires sont un obstacle à l'augmentation du canal médullaire & de la moelle dans les parties inférieures, parce que la moelle est nourrie probablement par le parenchyme avec lequel il communique.

Les bourrelets sont plus propres à produire des racines & des branches que les autres parties des plantes, parce que l'abondance des sucs y développe un grand nombre de germes qui sont alors mieux nourris, & qui n'attendaient que cette nourriture pour se développer; ce qui apprend que les germes reçoivent leur premier développement de la séve descendante.

Comme l'écorce paraît fournir la matière qui cicatrise les plaies des plantes, on comprend comment le bois produit dans les bourrelets ne peut être lié à celui qu'il recouvre, puisque l'union organique existante entre les feuillets du liber qui se développent successivement, ne saurait exister dans ce recouvrement accidentel.

Hales avait remarqué que les lanières d'écorce enlevées à un arbre ne produisaient des bourrelets que lorsque la lanière, qui reste séparée

séparée des autres parties de l'écorce, avait un bouton, parce que cette lanière ne pouvant plus être nourrie par les autres parties de l'arbre, trouvait sa nourriture dans les sucs que le bouton tirait, & que ses feuilles élaboraient pour lui fournir le suc propre.

Il se produit plus de gomme au-dessus de la plaie annulaire qu'il ne devrait naturellement y en avoir. Cette surabondance de sucs nourriciers favorise la fermentation & hâte la perfection des fruits. L'extravasation de la gomme dans les vieux arbres à noyau est occasionnée par l'épaisseur & la ténacité de l'écorce qui compriment le bois, & arrêtent le cours de la séve descendante. Les plantes annuelles & bisannuelles périssent après la fleuraison, parce que la séve se porte aux fruits avec beaucoup plus d'abondance, les branches & la tige perdent alors ce que les fleurs & les fruits ont gagné; elles périssent aussi, parce qu'elles ne reçoivent plus la nourriture dont elles avaient besoin; cette gomme fait périr de cette manière quelques branches de pêcher, quand la fructification est considérable.

§. V. *Des bourrelets naturels.*

Les consoles qui soutiennent les boutons, les renflemens des pétioles & des pédoncules, les nœuds des plantes arondinacées, ou même les nœuds accidentels des plantes ligneuses, le collet des racines, peuvent être regardés comme des bourrelets par leur gonflement, par les rugosités de leur surface, & par leur facilité à pousser des racines & des rejettons. Si ces bourrelets ne sont pas organiques, ils peuvent être formés par un étranglement que le développement des différentes parties du germe peut occasionner; les germes des boutons sont gonflés par la nourriture qui y abonde; les germes, en commençant à se nourrir, pressent l'écorce avant de la percer; ils y arrêtent déjà le cours de la séve; ils forment le gonflement qui leur servira d'appui; ce bourrelet recueille & élabore la nourriture qui développera les feuilles, les fleurs & les fruits.

Les bourrelets favorisent les productions des boutures, la tumeur qui se forme autour de leurs bases développe les germes de leurs racines; la séve arrêtée par la section gonfle

l'écorce, ce qui amène un reflux de la séve vers ce gonflement; c'est encore ainsi qu'elle est la cause de la protubérance des nœuds de la vigne & des consoles des boutons.

§. VI. *Bourrelets des greffes.*

Les blessures profondes de l'écorce se réunissent par un bourrelet dans les greffes; c'est ainsi que se ferment les plaies de l'arbre & de la greffe; c'est ainsi que la greffe s'unit au sujet; le bourrelet forme la cicatrice des deux plaies, & prépare la nourriture du bouton.

Ce bourrelet nuit souvent au sujet en l'épuisant par la séve qu'il attire ou qu'il extravase au travers des crévasses. La gêne qu'éprouve la séve descendante par son union au sujet, est la cause de cet inconvénient: on a aussi un bourrelet dangereux, quand on ente une greffe vigoureuse sur un faible sauvageon: on observe le même accident en retranchant les branches gourmandes qui auraient absorbé cette séve surabondante, ou en supprimant les bourgeons que cette séve devait développer.

CHAPITRE IV.

Des boutures & des marcottes.

La bouture est une branche sans racine, mise en terre avec certaines précautions, poussant des racines & produisant un arbre complet. La bouture diffère de la marcotte : la première développe des racines, quoiqu'elle soit séparée de la plante ; tandis que la seconde profite de la nourriture que sa mère lui fournit, parce qu'elle lui reste en partie adhérente dans le lieu où les racines doivent se former. Ces opérations de l'art offrent au physicien des phénomènes instructifs pour l'agriculteur, qui y trouve encore les moyens de multiplier promptement & surement des plantes chéries.

§. I. *Des boutures.*

L'idée de faire des boutures fut sans doute l'effet du hasard ; des pieux fraîchement cou-

pés & plantés en terre formèrent des arbres; on le savait depuis long-tems, mais Duhamel est le premier qui ait analysé ce phénomène par ses expériences. Une branche de saule plantée au printems dans une terre humide, s'enracine & se couvre de branches. Voilà le fait qu'il faut étudier.

On rechercha sans doute si les branches privées d'écorce produiraient alors des racines, mais on s'apperçut bientôt qu'elles étaient des piquets stériles; on planta peut-être ensuite des branches dont la portion enterrée fut à moitié couverte d'écorce, tandis que l'autre en était privée, & l'on vit que la partie ligneuse ne donnait point de racines, mais qu'elles sortaient toujours de l'écorce enterrée. On observa de même la tumeur formée sur les bords de l'écorce & l'on en vit sortir les racines. On remarqua ensuite que la branche plantée devait avoir des boutons, & qu'elle ne poussait que faiblement ou point du tout, quand on les avait retranchés.

Toutes les boutures réussissent quand la partie de la branche enterrée est revêtue d'écorce; quand cette écorce forme un bourrelet en se tuméfiant, & quand la partie de

la branche qui est hors de terre a des boutons. Les plaies des racines, comme celles des branches, se terminent par des bourrelets qui produisent des racines ou des branches, suivant le milieu où la plaie se guérit.

La bouture est l'ouvrage de la végétation, la partie de la branche coupée qui est dans l'air ne change pas dans ses rapports ; la partie seule qui est en terre souffre quelques altérations ; elle devient un arbre sans racines, qui les prend quand elle est mise en terre. La végétation se fait hors de terre comme auparavant ; mais dans la partie coupée, le mouvement des fluides a été dérangé, les bords de la plaie se sont gonflés par l'abondance de la séve descendante qui y arrive & qui y développe les germes des racines.

Bonnet, en étudiant les boutures, découvrit à leurs extrémités de petits tubercules blanchâtres, d'une grosseur inégale, dont les plus gros approchaient de celle d'une lentille ; ils sortaient de l'épaisseur de l'écorce, & formaient autour du bois une couronne ; ces tubercules délicats avaient une forme approchant de celle des boutons ; leurs germes cachés dans l'écorce ont été développés par

la nourriture qu'ils ont reçue, & ont fourni les racines qui ont poussé dans la terre.

Ces sucs s'échapperaient sans doute, si les vaisseaux des plantes n'étaient pas très-petits; la section d'une branche fraîchement coupée est d'abord humide; mais elle est bientôt desséchée, & l'on retrouve la même humidité, si l'on renouvelle la section un peu au-dessus de la première. L'adhérence du fluide dans ces tubes étroits, le poids de l'atmosphère, empêchent ou retardent beaucoup l'effusion totale de ce suc, que sa viscosité & sa facilité à se sécher à l'air suppriment bientôt tout-à-fait; de sorte que la branche mise en terre conserve non-seulement ses sucs, mais en tire encore de nouveaux; d'ailleurs le réseau vasculaire qui renferme le suc propre n'est point formé par des tubes perpendiculaires au terrain; c'est un tissu de vaisseaux tortueux qui met encore un obstacle à la sortie des sucs propres, tandis que la séve monte au travers des fibres ligneuses.

Je reprends mon analyse; les racines des boutures seront d'autant plus fortes & nombreuses, que la branche sera plus garnie

de feuilles dans certaines limites ; ce qui montre encore que les racines & leurs germes sont développés & nourris dans les boutures comme dans leur état naturel.

Les plaies faites à toutes les parties des plantes couvertes d'écorce produisent des bourrelets qui poussent des racines quand ils sont couverts de terre humide. Une branche saine coupée & mise en terre donne des racines sortant de son écorce ; on l'observe de même dans les feuilles, leurs pétioles & les racines, pourvu qu'une de leurs parties soit hors de terre, tandis que l'autre y est enfoncée. Une branche de saule courbée de manière que ses deux bouts soient plantés en terre, pousse des racines dans ses deux extrémités, & se couvre de rameaux sur l'arc qui les sépare. Une branche semblable, enterrée dans son milieu, pousse des racines dans cette partie, & se couronne de rameaux & de feuilles dans ses deux extrémités qui sont à l'air. Enfin, une branche de saule plantée en terre par son petit bout, laisse échapper un bourrelet qui produit des racines, tandis que le gros bout qui devait se couvrir de racines, est hérissé de feuilles & de

rameaux ; dans ce cas les productions ne sont pas d'abord aussi vigoureuses que les autres, & les boutons qui regardent la terre sont forcés de se redresser pour regarder le ciel.

La branche coupée conserve sa vie jusqu'à ce qu'elle acquière des moyens pour la prolonger avec autant de vigueur que sur l'arbre qui lui a donné le jour; les racines qu'elle pousse les lui fournissent, & les boutons qu'on lui laisse favorisent la suction des sucs nourriciers. La bouture plantée en terre n'est donc que ce qu'elle était sur l'arbre ; elle aspire la lymphe qu'elle recevait, & elle l'élabore dans ses feuilles, ensorte que son développement est par les mêmes ressources, ce qu'il aurait été sur la plante mère.

Ces connaissances indiquent la manière de faire les boutures ; il suffit de choisir pour les plantes semblables au peuplier & au saule des branches vigoureuses, ayant leur bois bien formé avec quelques boutons ; il faut encore qu'il y ait quelques tumeurs ou bourrelets immédiatement au-dessus de la section ; ceux-ci favorisent toujours la pousse des racines ; on a observé que les

boutures faites avec de jeunes branches réussissaient plus vîte que celles qui étaient faites avec des branches plus âgées. On rend la production des racines plus assurée en formant d'avance le bourrelet nécessaire à leur développement, par une ligature sur les branches tendres ; ce moyen est indispensable pour les arbres dont le bourrelet se forme lentement ; on hâterait même sa formation en enveloppant la ligature avec la mousse humide, parce qu'on faciliterait ainsi la végétation des racines ; on plante alors la bouture, quand elle est prête à s'enraciner.

Quoique les boutons soient nécessaires au succès des boutures, leur nombre ne doit pas être trop grand ; parce qu'après leur épanouissement, le nombre des feuilles occasionnerait une évaporation qui ne pourrait être remplacée par la petite quantité du fluide tiré par les racines, ce qui ferait périr les boutures.

Il faut donner aux boutures une terre très-menuisée, pour qu'elle puisse s'appliquer aisément à toutes les parties des jeunes racines : il faut encore leur ménager la chaleur & l'humidité, en les garantissant de l'action

immédiate du soleil & en les arrosant avec discrétion pour les préserver de la pourriture.

Dans les pays chauds on fait lès boutures après la chûte des feuilles ; on les fait de même dans nos climats avec le saule & le peuplier qui végètent toujours & qui sont précoces ; mais pour les arbres tardifs, on attend la fin des blanches gelées & le commencement du mouvement de la séve. Enfin pour les plantes rares il vaut mieux faire les boutures dans les mannequins, & les tenir dans la serre jusqu'à ce que la chaleur soit établie.

Quand les boutures sont faites, il faut leur donner des tuteurs pour les garantir de l'action du vent.

§. II. *Des marcottes.*

Les marcottes s'enracinent comme les boutures ; mais au lieu d'être nourries par les seules racines qu'elles poussent, elles tirent une partie de leur aliment de la plante qui les porte. On remarque que la marcotte est suffisamment enracinée au bout de deux ou trois ans dans les plantes

ligneuses, & au bout d'un tems beaucoup plus court dans les plantes herbacées, comme les œillets ; la plante se détache souvent de la marcotte par la pourriture du lien qui les unissait. On ne voit pas d'abord la cause de cette séparation, à moins d'imaginer que le bourrelet qui se forme & l'accroissement de la marcotte dans la place de la section tiraillent en tout sens cette partie qui ne végète plus par la désorganisation qu'elle éprouve.

Tout ce que j'ai dit sur les boutures s'applique naturellement aux marcottes, soit pour la théorie, soit pour la pratique. J'observerai seulement ici que les marcottes des plantes articulées comme les œillets réussissent mieux que les autres, parce que leurs nœuds sont des bourrelets naturels.

La nourriture que la marcotte reçoit de sa mère est semblable à celle que les racines fournissent à celle-ci, puisqu'elle produit les mêmes effets, ce qui fait croire que le suc tiré par les racines arrive aux branches sans une grande altération : il est au moins remplacé parfaitement par celui que

les racines leur fournissent immédiatement dans les boutures & les marcottes.

Les plantes produites par les boutures ou les marcottes donnent plutôt des fleurs & des fruits, que les plantes qui viennent de graines. Celles-ci sont obligées de traverser l'enfance pour fleurir, au lieu que les branches qui forment des boutures & des marcottes produisent des plantes adultes avec leurs boutons à fruit, prêts à se développer dans la série où ils se seraient développés sur la plante qui leur a donné le jour; ils ne peuvent être arrêtés dans leur développement que par l'influence que peut avoir sur eux l'opération qu'on a faite.

CHAPITRE V.

De la greffe.

§. I. *Préliminaires sur la greffe.*

LES mots de greffe & d'ente, qui sont synonimes, expriment cette opération par laquelle on insère une petite branche, ou un rouleau d'écorce boutonné, ou un bourgeon appartenant à un arbre qu'on veut multiplier, dans la tige ou les branches de celui qu'on veut greffer. On donne le nom de *greffe* à la portion de la plante qui est unie avec la plante entière, & le nom de *sujet* à la plante sur laquelle se fait l'union. Ce phénomène étonne, un rouleau d'écorce avec un bouton gros comme un grain de bled devient un arbre qui ne ressemble pas au sujet par son écorce, son bois, ses feuilles & son fruit; de sorte que cet arbre qui est toujours un prunier ou un amandier par ses racines & son tronc, est un pêcher par sa tige & ses branches.

Virgile a décrit l'opération de la greffe. Quelque accident aura sans doute enseigné l'art de greffer. On trouve dans les forêts des branches d'arbres différens, qui sont soudées ; en coupant une de ces branches & la séparant de sa tige, on l'aura vu vivre aux dépens de la tige qui ne lui avait pas donné le jour. Les feuilles se greffent souvent de cette manière; on voit des fruits greffés les uns aux autres pendant qu'ils sont tendres & herbacés, ou même unis dans leurs boutons par leur parenchyme.

La greffe est la réunion de deux plantes ou de deux parties de plantes, dont l'une est entière, & dont l'autre a un bouton avec un lambeau d'écorce qui l'entoure. L'art varie cette opération, mais elle offre toujours une réunion qui forme une seule plante par le moyen d'une plante enracinée, & d'une partie de la même plante ou d'une autre dont on met en contact les écorces déchirées, afin qu'elles se soudent.

Je ne décrirai point les différentes manières de greffer, elles sont bien connues ; elles se bornent toutes à souder par leur écorce une plante à une partie d'une autre, ensorte que

la partie soudée fasse corps avec la plante entière, que la partie soudée conserve sa vie & suive sa destinée, à peu-près comme si elle était restée attachée à la plante qui la produit. On distingue les greffes faites à la *pousse*, ou au printems, de celles qui sont faites à *œil-dormant*, ou à la fin de l'été, & qui ne doivent se développer que dans le printems suivant. Les greffes en fente, à couronne, à emporte-pièce, sur racines, à bourgeons rapportés se pratiquent à la pousse. Les greffes en écusson, en approche, en flûte, sur racines se font à la pousse & à œil-dormant.

Les greffes doivent être prises sur des arbres sains, robustes & féconds, les sujets doivent être vigoureux, & l'on doit éviter les nœuds dans les places où l'on met la greffe.

§. II. *Théorie de la greffe.*

Les parties greffées deviennent parties intégrantes du sujet: comment se fait cette opération ? je veux chercher son explication, comme si l'expérience ne l'avait pas apprise.

Les plaies des arbres se consolident, quand elles

elles ne sont pas profondes; mais on a prouvé que le bois ne s'unissait ni au bois, ni à l'aubier, ni à l'écorce; que l'aubier même ne se soudait pas à l'aubier, ou que leur union qui est rare, était toujours légère; tandis qn'on voit constamment l'écorce avec son liber, s'unir étroitement à l'écorce de l'arbre qui avait porté la première, lorqu'on l'applique fraîchement à celui-ci après l'avoir enlevée; de manière que ce lambeau d'écorce au bout d'un certain tems, fait corps avec l'arbre dont il a été détaché. Un lambeau d'écorce s'unit de même comme nous l'avons vu, avec celle qui adhère à un arbre, lorsqu'on en a enlevé un lambeau pareil, jusques au liber, quand on applique la première au second, l'union devient complète, & il se forme un bourrelet autour de la greffe.

Les expériences de Duhamel montrent qu'un morceau d'écorce séparé d'un arbre, s'unit à l'écorce de la même plante & redevient une de ses parties intégrantes; mais on a observé encore que les parties de l'écorce d'un arbre se soudent parfaitement à l'écorce d'un arbre d'une autre espèce, pourvu que le liber lui soit toujours adhérent : l'union se

fait dans les couches corticales, quand les fibres ligneuses ne sont pas développées. L'analogie des écorces rend cette union intime & explique celle de la greffe & du sujet. On conçoit ainsi, comment le lambeau de l'écorce d'un arbre se soude dans la greffe avec l'écorce d'un arbre différent, & forme autour d'elle un bourrelet semblable à celui des plaies, ce qui apprend à garantir les greffes comme les plaies, du contact de l'air & de l'eau, & à tenir rapprochées les parties qu'on veut souder.

Il reste un pas à faire pour résoudre le problême : l'expérience enseigne que les boutons existent dans l'écorce, qu'ils ne souffrent point en détachant l'écorce du bois ; puis donc que le lambeau d'écorce où est le bouton, se soude avec l'écorce d'un autre arbre sur son bois écorcé, le lambeau de l'écorce enlevé & soudé, se trouve à peu-près dans les mêmes circonstances où il était auparavant ; en sorte que si le bouton ne périt pas, il suivra sa destinée ; mais voilà précisément ce qui arrive quand la soudure est parfaite, le bouton se dévéloppe, comme il aurait fait sur son arbre natal.

Il est donc démontré que la greffe est l'application latérale du liber de la greffe, au liber du sujet, dans les greffes en fente & par approche ; ou bien elle est l'application d'un lambeau de l'écorce d'un arbre sur le bois ou sur la place écorcée d'un arbre dans les greffes en couronne, en écusson, & en flûte ; ainsi l'art de greffer se borne à appliquer l'écorce de la greffe sur l'écorce ou les couches corticales du sujet. J'ai résolu le problême dans toute son étendue. La greffe est un lambeau d'écorce unie à son liber, enlevé à un arbre avec un bouton dans son milieu ; ou bien c'est un morceau de son bois & de son écorce ayant un bouton, & terminé dans son extrémité inférieure par une pointe qui favorise son insertion. *Greffer* dans le premier cas, c'est appliquer le lambeau d'écorce avec son bouton, de la manière la plus convenable sur l'écorce écorchée de l'arbre, ou plutôt sur son liber, afin que l'écorce du lambeau se soude aux parties de l'écorce qu'il touche. *Greffer* dans le second cas, c'est placer le morceau de bois couvert de son écorce avec son bouton dans une fente de l'arbre qu'on veut greffer, de façon que, les différentes parties

de l'écorce de la greffe correspondent autant qu'il est possible, aux parties semblables de l'écorce de l'arbre dans la fente où la greffe sera mise.

§. III. *Conséquences de cette théorie pour la pratique.*

Les branches de la dernière pousse fournissent d'excellentes greffes, parce que leur écorce est vigoureuse. Pour greffer en fente, il faut que le bois ait deux ans, & qu'il soit bon ; on exclut les greffes des branches chiffonnes & gourmandes, parce qu'elles sont languissantes, & se mettent lentement à fruit.

On ne peut greffer en fente que depuis la fin de l'hiver, jusqu'au moment où les arbres sont en séve, parce que l'écorce se détacherait alors du bois avec trop de facilité, & que l'écorce de la greffe s'appliquerait mal à celle du sujet. On greffe au contraire en couronne, en écusson, en emporte-pièce, quand les arbres sont en pleine séve, parce qu'on est obligé d'ouvrir l'écorce & de la séparer du bois pour greffer

Il faut sur-tout que le bouton soit bon ; il est le fondement des espérances de la

greffe ; on évitera donc de le laisser adhérer au bois de l'arbre qui fournit la greffe, parce qu'il n'en sortirsit point de branches quand la greffe serait soudée.

Cabanis, auteur d'une excellente dissertation sur la greffe, conseille d'orienter les boutons des greffes sur le sujet comme ils l'étaient sur l'arbre où on les a pris, afin qu'ils restent dans les mêmes circonstances.

§. IV. *Preuves de la théorie de la greffe.*

Duhamel étudia des greffes en fente & en couronne, trois semaines après l'opération, elles commençaient à pousser ; il vit toute la partie de la greffe embrassée par l'écorce, de même que les vides entre le sujet & l'écorce, remplis par une substance tendre, herbacée, gélatineuse & organisée : ces productions sont le développement du tissu cellulaire de la greffe : quant au bouton qui est le rudiment de la branche attendue, il offre le développement de la greffe. La nourriture que le sujet lui prépare & lui fournit, est la cause de sa végétation.

On remarque sur la partie des greffes ap-

puyée à l'aire de la coupe du sujet, qu'il ne se forme point d'union entr'eux ; la soudure se fait seulement par le moyen de cette matière herbacée qui transude entre l'écorce & le bois. On peut suivre ces productions herbacées dans les petites branches, & l'on voit celles des greffes nouvellement faites s'endurcir dans les greffes plus avancées. Les lames intérieures des écorces s'unissent si bien, qu'on ne saurait distinguer celles de la greffe & du sujet, lorsqu'elles ont la même couleur. Les fibres longitudinales du sujet s'inclinent vers les greffes, comme dans les branches à l'endroit de leur insertion. La branche placée entre l'écorce & le bois, se trouve précisément comme les bourgeons d'un arbre étêté. La greffe qui remplace ce bourgeon, pousse de la même manière, & le bourrelet des greffes se présente de même au bas des bourgeons.

On observe dans les greffes en écusson disséquées après avoir bouilli dans l'eau, que les bords de l'ancienne écorce détachée du bois du sujet, pour y placer l'écusson, sont morts & desséchés ; que les bords de l'écusson sont couverts d'une matière herba-

cée ; qu'il se forme sous l'écusson un feuillet ligneux, semblable à celui de l'arbre qui a donné l'écusson, & que son épaissseur est proportionnelle au tems écoulé depuis l'opération de la greffe. On apperçoit autour du feuillet ligneux des points d'adhérence avec la couche ligneuse du sujet qui s'est formée pendant le même tems : de sorte que ces deux feuillets nouveaux semblent collés ensemble ; mais le feuillet de l'écusson n'adhère jamais à celui du sujet dans toute son étendue, que lorsqu'il reste sur celui-ci quelques couches de son liber. Enfin, lorsqu'il y a beaucoup d'analogie entre la greffe & le sujet, l'union devient si intime, qu'on ne peut plus distinguer le lieu où elle s'est faite au bout de quelques années.

Il paraît que les couches ligneuses se forment sous cette substance herbacée, à demi transparente, d'abord grise, puis verdâtre & corticale, comme on l'observe dans la réunion des plaies : aussi, comme les greffes ont une double plaie à guérir, & comme cette substance herbacée se trouve autour des greffes, il est bien probable que la réunion des greffes avec leur sujet s'opère par

cette gelée, ou cette substance cellulaire, qui se change en couches ligneuses, comme on le remarque dans les plaies végétales.

Cette substance cellulaire est produite par la greffe & le sujet; on le voit dans le pêcher enté sur le prunier; le bois du prunier est jaune, celui du second est rouge; la différence des couleurs observées dans les lames ligneuses naissantes prouve que la greffe & le sujet ont concouru pour leur réunion, & qu'ils ont fourni de concert la matière gélatineuse qui a formé l'union. Duhamel a fort bien remarqué que la végétation de ce petit morceau d'écorce n'est pas plus surprenante que celle des boutures qui donnent d'abord naissance aux racines qui leur manquaient.

Enfin Duhamel prouve par des expériences, que les écorces parfaitement formées ne sont pas plus propres à s'unir que les couches du bois parfait : il montre ainsi que le succès des greffes dépend de l'union réciproque des couches corticales, formées après l'opération. Il prouve enfin que cette réunion ne réussit qu'entre les couches de la même substance, & que les nouvelles couches corticales & ligneuses sont produites entre l'écorce & le bois.

§. V. *Des rapports de la greffe & du sujet.*

Malgré notre ignorance sur l'organisation des plantes, on peut augurer jusqu'à un certain point les succès des greffes. Quoique les végétaux se ressemblent à beaucoup d'égards, ils diffèrent peut-être par un plus grand nombre ; aussi toutes les greffes sont bien éloignées de réussir sur tous les sujets, & l'on voit que quelques-unes de ces différences en sont la cause.

La greffe & le sujet doivent être de la même famille, souvent du même genre, & quelquefois d'espèces très-voisines. Il doit y avoir une ressemblance suffisante entre le grain de leur bois, leur pesanteur relative, leur dureté, leur flexibilité, leurs sucs, leur odeur, leur saveur; ce qui annonce des rapports plus grands entre leurs vaisseaux, leurs sécrétions, &c. Les écorces de la greffe & du sujet doivent avoir un tissu à peu-près semblable, une constitution rapprochée ; les tems de la séve, de la feuillaison & de la fructification ne doivent pas être fort éloi-

gnés, parce qu'une partie de l'arbre serait mise en mouvement par la chaleur, tandis que l'autre serait immobile ; on voit qu'il n'y aurait alors plus d'accord, en supposant que cette différence d'énergie n'entraînât pas la mort de ce qui a d'abord végété ; mais, quand cette greffe réussirait un moment, elle souffrirait à la nouvelle pousse; parce que le sujet se refuserait à ses efforts. Il arrivera la même chose en sens contraire, si le sujet est plus hâtif que la greffe, il lui fournirait une quantité de sucs qu'elle ne pourrait ni recevoir, ni élaborer; ce qui produirait des dépôts dangereux. La condition seule du tems de la végétation serait insuffisante pour le succès des greffes, puisque celles du saule sur l'amandier ne réussissent jamais, quoique ces deux arbres poussent en même tems. L'ente du platane sur lui-même périt.

La vigueur du sujet & de la greffe doit être aussi considérée; si le premier poussait des jets sept ou huit fois plus grands que l'autre dans le même tems, la greffe incapable de ce développement périrait par cette violence; mais, si la végétation du sujet était plus lente, tandis que celle de la greffe

serait vigoureuse, celle-ci périrait par défaut d'alimens.

Il en sera de même pour les rapports de la grandeur du sujet & de la greffe; la différence des tailles suppose une différence considérable dans l'organisation ; aussi ces greffes disproportionnées durent peu. Le coignassier d'une petite taille a une vie fort abrégée, lorsqu'on greffe sur lui un poirier, quoique le poirier greffé sur un poirier sauvageon vive long-tems.

L'analogie des sucs est importante; quoique la séve même arrive au sommet de tous, ce n'est plus la même qui descend ; elle varie suivant les végétaux qui la préparent. Les sucs laiteux du figuier ne nourriraient pas les racines du sapin.

Si les rapports entre la greffe & le sujet sont incomplets, les greffes réussissent un moment; mais les inconvéniens produits par leurs différences, étant plus sensibles dans certains momens que dans d'autres, ils entraînent la mort de la greffe ou du sujet.

§. VI. *De l'influence de la greffe sur les végétaux.*

La greffe a une influence manifeste sur les végétaux ; les fruits des arbres greffés sont meilleurs ; les poiriers dont les fruits sont pleins de carrières, les perdent par des entes répétées sur eux-mêmes. La circulation changée dans les bourrelets des greffes, change les sécrétions & les fruits qu'elles produisent. La greffe influe aussi sur le sujet. Le pêcher qui pousse plus de branches qu'il ne peut en nourrir, périt bientôt par sa propre vigueur. Le prunier qui ne forme que les branches qu'il peut alimenter aisément, vit davantage. Le pêcher enté sur le prunier, conserve son bois & végète avec force, tandis que le prunier enté sur le pêcher donne beaucoup de bois & peu de fruits. Cabanis croit que la graine est modifiée par la greffe ; il observe que les semences des arbres greffés donnent plus de variétés que les semences cueillies sur le franc. Les jardiniers rejettent les noyaux des pêchers greffés. Cependant la dissection du bois & de l'écorce

des arbres greffés prouve qu'ils n'ont souffert aucune altération sensible.

La greffe ne change pas les espèces, le bouton fait l'arbre semblable à celui qui le produit. Le sujet nourrit seulement le bouton de la greffe aux dépens de ses productions supprimées. La greffe transplantée sur le sujet donne pourtant des fruits meilleurs, & prend un port différent. D'où vient cela ? Le sujet & la greffe restent les mêmes. Le premier fournit au-dessous de la greffe des rejettons pareils à ceux de son espèce. La greffe donne des fruits presque semblables à ceux qu'elle aurait produits. Lorsqu'un citron nouvellement noué est enté par son pédoncule sur la base du pédoncule d'un oranger, il porte un citron sans rapports avec les oranges. Il ne peut y avoir ici d'autres différences que dans les points de contact de la greffe avec le sujet. Les sucs ascendans sont peu altérés dans leur passage au travers de l'arbre ; de sorte que le sujet ne peut être modifié dans ce cas que par les sucs descendans qui doivent influer sur la nourriture de toute la plante ; aussi tout le mystère de la greffe est dans le bourrelet que les sucs ascendans &

sur-tout les descendans traversent; le changement de la disposition des vaisseaux, leurs sinuosités doivent changer l'élaboration des sucs & leurs produits : on sait que la nature des fibres & des vaisseaux n'est pas ici indifférente. La greffe d'un poirier bon-chrétien entée sur un coignassier offre des fruits meilleurs que ceux de la greffe d'un poirier sauvageon. L'écorce du fruit du premier est plus fine, plus colorée, sa chair est plus délicate & plus succulente.

Comment la greffe se soude-t-elle au sujet? On ne peut imaginer des soudures assez régulières dans les vaisseaux pour favoriser la circulation; mais les fibres peuvent s'enter de toutes les manières, au moyen de la gelée végétale qu'on observe dans les plaies des plantes; les fibres très-fines & très-nombreuses du tissu cellulaire, se rencontrent probablement & s'unissent, mais on ne remarque ni nœuds, ni soudures ; les injections colorées traversent aisément ces fibres & ces vaisseaux, & cette union singulière a une efficace marquée ; une greffe du poirier beurré sur un sauvageon, donne un fruit excellent, tandis que la greffe d'un sauvageon sur le

poirier beurré porte un mauvais fruit : ce sont pourtant les mêmes élémens dans un sens différent ; il faut donc que la greffe ne change pas le bouton, mais que la séve se modifie dans les organes élaborateurs où elle pénètre ; en un mot dans le bourrelet du pédoncule du bouton.

Si la greffe adoucit les fruits, diminue leurs carrières, elle ne paraît pas changer l'écorce, les feuilles, les fruits, quant à leurs qualités essentielles ; on ignore si la greffe influe sur le nombre des branches, sur la quantité du fruit & la disposition des racines : il paraîtrait pourtant qu'elle ralentit la végétation ; les arbres greffés sont moins élancés & deviennent moins vieux.

Ces observations pourraient diriger dans le choix des greffes, quand une séve trop vigoureuse empêche la production des fruits, on ralentira sa vîtesse par la greffe, en l'appliquant à un sujet dont la séve est moins abondante. On pourrait affaiblir les arbres en multipliant les greffes suivant l'observation de Duhamel.

La greffe conserve les bonnes espèces sans perdre l'individu qui les représente ; elle est

une espèce de graine de branches placée sur un autre pied.

Pourquoi y a-t-il des arbres qui ont besoin d'être greffés pour donner des fruits meilleurs, comme le pêcher, & tandis que le figuier ne gagne rien par ce moyen? Cette question ne peut être résolue que par une connaissance plus intime de l'arbre, de ses branches, des bourrelets, des pédoncules & de leurs rapports avec tout ce qui peut influer sur eux. On voit, par exemple, que le figuier ne pourrait s'enter avec quelque espoir de succès, que sur un arbre, ou avec des greffes dont les sucs seraient laiteux, à cause de la différence de leurs écorces; on observe encore que les bourrelets influent moins sur cet arbre, parce que ceux qui sont naturels y sont pour l'ordinaire moins prononcés.

Les succès des greffes montrent la grande uniformité de l'organisation végétale, soit dans son écorce, soit dans ses réseaux, soit dans le caractère de ses fluides, soit dans leur mouvement, soit dans la nutrition des végétaux, & l'influence des objets extérieurs sur eux.

CHAPITRE

CHAPITRE VI.

De la fécondité des plantes.

On ne peut se faire une idée de la profusion de la nature dans le nombre des végétaux, & dans ses ressources pour les multiplier : quoique tout soit caleulé pour la conservation de l'espèce, on s'étonne des moyens ménagés pour la conservation des individus. Si la permanence de l'espèce intéresse la permanence de l'ordre du monde, la destruction de l'individu contribue à la conservation de l'espèce par les rapports de cette destruction avec les différens êtres de l'univers. La durée du règne végétal, la constance des rapports des végétaux avec ce qui les environne, & la ressemblance des individus avec ceux de leur espèce, reposent sur ce fondement.

Un seul pied de maïs a donné 2000 graines, l'*enula* 3000, l'*helianthus* 4000, le pavot 32000, le typhe 40,000, la nicotiane 360,000 :

chaque graine contient sa plante complète avec ses graines. Dodart dans les *Mémoires de l'Académie des sciences de Paris pour* 1700, a fait des calculs qui confondent l'imagination. Duhamel apprend qu'un seul grain d'orge produisit en 1720 150 épis, qui donnèrent 3200 grains, ils produisirent l'année suivante un boisseau, dont le produit fut en 1722, de 45 boisseaux & un quart. On lit dans les *Transactions philosophiques pour* 1768, que Miller sema au mois de juin quelques grains d'orge, qu'il en prit au mois d'août une seule plante, qu'il la divisa en 18 parties, & qu'il les planta séparément; ces nouvelles plantes poussèrent, il les divisa encore aux mois de septembre & d'octobre; cette seconde division produisit 67 plantes qu'il divisa encore depuis le mois de mars jusques au 12 avril, & il eut 500 plantes vigoureuses, dont quelques unes donnèrent 100 épis, plusieurs d'entr'eux contenaient 67 grains. Toutes ces plantes produisirent 21109 épis qui fournirent 23,204 kilogrammes, ou 576 840 grains, ou 47 livres & 7 onces qui furent le produit d'un seul grain : sans doute un excellent terrain favorisa cette fécondité: mais il fallait que

tous les germes de ces graines fussent dans la plante première, ou plutôt dans la graine qui lui avait donné le jour.

Dodart par un calcul très-modéré donne 320000 graines à un ormeau pour sa production moyenne, & il multiplie ce nombre par 100, pour avoir la production totale de ses graines pendant sa vie, de sorte que 32, 920 000 graines sont le produit d'une seule; mais que serait-ce si chacune de ces graines avait donné naissance à un arbre aussi fécond que le premier pendant 100 ans; on aurait une production en proportion géométrique dont le premier terme serait un, le second 33 millions, le troisième le quarré de ce nombre, le quatrième le cube &c.

Toutes ces graines ne sauraient réussir, autrement une seule espèce de plante chasserait toutes les autres du globe; mais une foule de graines périssent, parce qu'elles ne mûrissent pas, ou parce qu'elles n'ont pas été fécondées, ou parce qu'elles ne tombent pas en terre, ou parce qu'elles s'étouffent, ou parce qu'elles servent de nourriture aux insectes & aux animaux qui les rendent à la terre pour la fertiliser.

Chaque plante peut réparer la perte de ses rameaux; dès qu'ils ont été coupés, une foule de germes se développent pour donner naissance à d'autres rameaux qui n'auraient jamais paru sans ce retranchement; toutes les parties coupées produiront des branches nouvelles avec leurs graines, comme les branches abattues; & ces branches nouvelles contiennent de nouveaux germes prêts à se développer, quand les circonstances seront favorables. Les racines se multiplient de même, quand on les coupe; mais ces racines ont aussi produit des branches, quand on en a découvert une partie; une racine peut donner de cette manière un arbre entier avec ses fleurs & ses graines.

Toutes les parties d'un arbre peuvent reproduire l'arbre entier, à l'exception du fruit qui ne le reproduit que par sa graine lorsqu'elle est mûre. Les fraisiers, comme diverses plantes, s'enracinent, quand la tige rampe à terre. Les racines multiplient quelques plantes par leurs oignons & leurs cayeux; on connaît des végétaux dont les nœuds des tiges & des branches fournissent en terre des racines. Les feuilles, les morceaux même des feuilles

ont ce pouvoir reproducteur, comme Thummingius l'a démontré dans ses *Meletemata varia.* Bonnet disait avec raison que chaque rameau, chaque feuille était un arbre en petit détaché du grand, qui pouvait végéter par lui-même. Les organes essentiels à la vie des plantes sont répandus dans leur corps avec des germes pour les reproduire en entier.

On est accablé par la grandeur de cette fécondité, sa permanence & ses moyens; mais la plupart de ces reproductions ne se feraient pas sans une plaie qui les détermine. Cet arbre qui reprend une nouvelle tête, ne la reprendrait pas, s'il ne l'avait pas perdue & les premières pousses n'auraient pas toujours égalé celles qu'il a faites après leur retranchement.

Une fibre seule n'est pas la source unique de cette reproduction ; ce n'est pas le parenchyme qui est composé de fibres, ce ne sont pas les fluides qui sont un aliment, une sécrétion, ou une excrétion : un bouton, un rameau sont des corps organisés très-composés dont toutes les parties doivent être réunies pour faire le tout, qui ne saurait exister ou vivre sans cette réunion simultanée. L'observation de la graine montre la plantule qui produit la

plante, & indique les germes que j'ai placé dans le réseau des fibres de l'écorce ; mais comme les graines ne se développent que dans des circonstances particulières ; de même les germes contenus dans les mailles des fibres ne se développent que par un retranchement qui procure à ces germes l'aliment qui leur manquait. Ceci suppose une disposition qui nous est inconnue & que l'analogie rend très-probable.

Mais comment une feuille produit-elle un arbre sans une fécondation nouvelle ? C'est le même phénomène que celui des boutures & des marcottes : j'ai déjà donné une solution probable de cette difficulté dans la première partie de cet ouvrage, en parlant des germes ; & j'ai montré dans les chapitres précédens, comment les plaies faites aux végétaux, favorisaient leur réproduction.

La propriété que toutes les plantes ont de se reproduire, annonce qu'elles ont toutes de grands rapports entr'elles ; une propriété aussi capitale doit dominer les autres propriétés des êtres qui en jouissent

Enfin où est la puissance qui multiplie la plante, quand elle ne souffre aucun retran-

chement ? Comment donne-t-elle naissance à de nouveaux êtres, depuis le commencement de sa vie jusques à sa mort, en produisant toujours de nouveaux rameaux, de nouvelles feuilles, de nouveaux fruits, & de nouvelles racines ? Une plante vivante paraît avoir une surabondance de vie qui se manifeste par une foule de rameaux croissans qui en préparent de nouveaux. Cette séve vivifiante élaborée d'une manière particulière dans chaque plante, se porte à des germes particuliers, amenés par la végétation à ce point de maturité qui les rend propres à être complétement développés par la séve qui les baigne ; mais si quelque retranchement rend cette séve inutile aux germes retranchés, elle se porte à d'autres germes moins développés, destinés pour l'année suivante ; elle hâte leur développement par son abondance, & leur fait ainsi dévancer le tems de leur apparition ; le même avancement a lieu dans la série des autres germes par la même raison, puisqu'ils doivent tous contribuer à leur nourriture réciproque. Je m'arrête, j'ai déjà traité ce sujet en parlant des germes.

Les plantes qui ont leurs fleurs mâles &

femelles sur des individus différens, ne donnent par leurs boutures, que des individus du genre de la plante qui les a fournies, tandis que les graines produisent les deux espèces d'individus. Il doit donc y avoir des germes particuliers: ce qui me confirme dans l'opinion que les germes des boutures ont été fécondés avec la graine. Il faudrait suivre l'histoire de plusieurs boutures prises les unes sur les autres sans leur permettre de fleurir; on verrait alors, si en supprimant tous leurs boutons à fleurs, elles cesseraient de fleurir & de pousser de nouveaux rameaux.

CHAPITRE VII.

Des monstres.

Les plantes monstrueuses diffèrent des autres par la disposition ou le nombre plus ou moins grand de leurs parties, ou par les proportions d'une seule, qui ne sont pas dans les limites observées. Les variétés qui résultent des maladies ou des accidens, ne peuvent être regardées comme des monstruosités.

Les végétaux sont les êtres organisés qui offrent les monstruosités les plus fréquentes; leur fécondité est si grande, leurs individus si multipliés, que leurs écarts de la loi générale sont très-probables; cependant leur nombre est très-petit relativement à celui des individus qui n'en laissent point appercevoir.

On a fait de longues énumérations de ces monstruosités; il serait inutile de les rapporter, je me borne à quelques remarques générales. Les monstruosités des *tiges* s'an-

noncent par leurs formes, quelques-unes sont applaties, parce qu'elles sont formées par la réunion de plusieurs. On a observé des tiges réunies paraissant sortir du même pied dans les graminées; on en a observé qui donnaient du froment & du seigle. Romer a trouvé deux plantes de renoncules de la tige desquelles il s'échappait une fleur de paquerette.

Les monstruosités des *feuilles* sont communes; leur substance molle favorise leur réunion, quand elles sont tendres. Bonnet en donne plusieurs exemples dans les feuilles du jasmin, du lilas, du violier, du chou-fleur, du framboisier.

Les monstruosités des *fleurs* se rapportent au nombre plus ou moins grand de leurs pétales; des fleurs simples en produisent qui sont doubles, ou donnent naissance à d'autres sortant de leurs réceptacles. Plusieurs fleurs doubles de cerisier portent dans leur centre un bouton à feuilles, qui renferme d'autres pétales. Duhamel croit que les étamines se transforment en pétales & les pistils en feuilles, soit parce que la plupart des fleurs doubles, sont sans étamines, ou parce qu'elles en ont moins que les fleurs simples; soit parce qu'on

voit sur ces pétales des étamines qui ont conservé leurs caractères depuis leurs bases, jusques aux deux tiers de leur hauteur, tandis que la partie supérieure offre la forme d'un vrai pétale. J'ai vu souvent dans les fleurs doubles du cerisier, l'étamine attachée au bord, ou même au centre du pétale; & je me suis assuré que l'étamine & le pétale étaient vraiment ce qu'ils annonçaient. Il faut pourtant avouer que ces pétales monstrueux paraissent plus tôt une dilatation du filet, qu'un vrai pétale.

Les pistils peuvent produire de même des feuilles ou des branches, leurs fibres semblent appartenir à la branche dans le pédoncule, où des circonstances particulières développent des germes cachés; mais on ne peut regarder comme des monstruosités, les fleurs sortant du calice du *calendula prolifera*, & de quelques autres fleurs semblables.

Bénedict Prevost a vu deux & quelquefois trois pédoncules du *ranunculus flammula* réunis ensemble, comme il paraissait par les cannelures de ce pédoncule nouveau qui était terminé par une fleur ayant plus de cinq pétales & le calice plus de cinq folioles.

Les monstruosités des *fruits* sont communes, elles sont pour l'ordinaire par excès.

Dans le systême de la préexistence des germes la plupart de ces cas monstrueux s'expliquent sans peine. La confusion des fœtus dans leur état de mollesse, favorise l'union des tiges, des feuilles, des fleurs, & des fruits. Deux ou plusieurs germes peuvent se souder & produire ces êtres extraordinaires. Il est probable aussi que des branches plus ou moins nourries, occasionnent un développement plus ou moins grand dans certaines parties relativement aux autres ; les accidens, les ravages des insectes amènent des obstructions propres à produire cet effet.

Ces principes ne sauraient expliquer la paquerette croissant sur un pied de renoncule, à moins d'imaginer une ente par aproche, ou comme on l'a cru, la fleur de la paquerette qui a traversé dans son enfance la tige creuse de la renoncule ; mais malgré cela je n'assure pas la vérité du fait, parce que je ne l'ai pas vu, & je ne l'explique pas, parce que son observation seule peut fournir sa solution.

On peut concevoir qu'une nourriture abondante, ou une singulière disposition des vais-

seaux alimentaires favorise la dilatation des filets des étamines, & en fasse des pétales, ce qui produirait les fleurs doubles. La même cause pourrait changer les pétales en feuilles.

Je ne puis soupçonner les germes monstrueux, parce qu'ils produiraient des espèces particulières, & parce que leur emboîtement ne pourrait plus se concevoir, parce qu'il ne peut y avoir ici de la place perdue.

Les recherches sur les monstres prouvent la permanence des espèces, qui peut être altérée dans quelques individus par des circonstances particulières. Le désordre signale l'ordre, parce que le premier est très-rare, & que l'on n'aurait pas toujours bien connu la permanence de l'ordre, s'il n'avait pas souffert quelques exceptions. Le systême de la préexistence des germes entraîne la permanence des espèces, parce que les germes ne peuvent se développer que d'une manière, avec leurs rapports & leurs affinités. Il est vrai que la graine des gérofliers qui ont quelques pétales surnuméraires, donne plus tôt des gérofliers doubles, que celle qu'on recueille sur les gérofliers simples. La graine des renoncules sémi-doubles, donne souvent des renoncules à fleurs

très-doubles ; les germes de cette nouvelle race, ont peut-être reçu une fécondation particulière, dépendante de l'augmentation des pétales & l'influence se conserve pour leur postérité Cela est possible, peut-être probable, mais cela est encore fort obscur.

Fin du quatrième Volume.

TABLE

Des chapitres contenus dans ce volume.

PHYSIOLOGIE VÉGÉTALE.

SECONDE PARTIE.

SECTION TROISIÈME.

SECONDE PARTIE.

De l'accroissement des plantes.

SECTION

SECTION QUATRIÈME.

Effets généraux du développement des plantes.

SECTION CINQUIÈME.

De quelques effets particuliers de la végétation & sur-tout de celle des feuilles.

SECTION SIXIÈME.

PREMIERE PARTIE.

Des organes générateurs des plantes.

SECTION SIXIEME.

SECONDE PARTIE.

Des moyens particuliers que les végétaux ont pour se reproduire.

Fin de la table du quatrième Volume.

